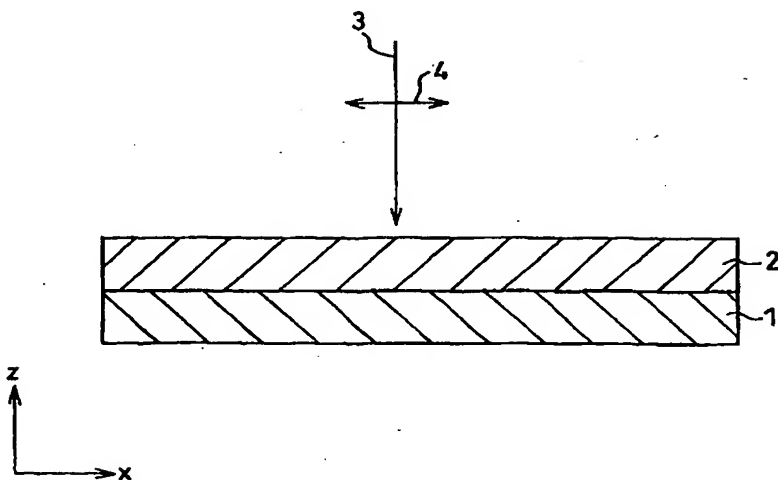


(51) 国際特許分類 G02F 1/1335	A1	(11) 国際公開番号 WO98/52093  (43) 国際公開日 1998年11月19日(19.11.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/01925  (22) 国際出願日 1998年4月24日(24.04.98)  (30) 優先権データ 特願平9/119400 1997年5月9日(09.05.97) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒545-8522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22-22 Osaka, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 岡本正之(OKAMOTO, Masayuki)[JP/JP] 平木 肇(HIRAKI, Hajime)[JP/JP] 箕浦 潔(MINOURA, Kiyoshi)[JP/JP] 〒277-0852 千葉県柏市旭町5丁目3-32 シャープ柏寮 Chiba, (JP) 三ツ井精一(MITSUI, Seiichi)[JP/JP] 〒277-0826 千葉県柏市宿連寺228-1-202 Chiba, (JP) 植木 俊(Ueki, Shun)[JP/JP] 〒271-0065 千葉県松戸市南花島3-39-3 シャープ松戸寮 Chiba, (JP)		(74) 代理人 弁理士 原 謙三(HARA, Kenzo) 〒530-0041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka, (JP)  (81) 指定国 CA, CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: LAMINATED PHASE PLATE AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY COMPRISING THE PLATE  (54) 発明の名称 積層位相差板及びそれから構成される液晶表示装置  (57) Abstract A laminated phase plate composed of first and second optical phase difference compensation plates (1 and 2). The retardation of the first optical phase difference compensation plate (1) for a transmitted light with a wavelength of 550 nm is 100 - 180 nm. The retardation of the second optical phase difference compensation plate (2) for a transmitted light with a wavelength of 550 nm is 200 - 360 nm. The plates (1 and 2) are so arranged that the value of $ \theta_1 - 2 \times \theta_2 $ will range from 80 to 100 degrees wherein $\theta_1$ denotes an angle between the vibration direction (4) of a linearly polarized light (3) which is visible light and has the same plane of vibration and the slow axis direction of the first optical phase difference compensation plate (1) when the linearly polarized light (3) enters the second optical phase difference compensation plate (2), and $\theta_2$ denotes an angle between the vibration direction of the linearly polarized light (3) entering the second optical phase compensation plate (2) and the slow axis direction of the second optical phase difference compensation plate (2). Thus a laminated phase plate with an improved function is provided realizing a reflection liquid crystal display which has an excellent visibility or a projection liquid crystal display which has a high efficiency.		



(57)要約

積層位相差板は、第1及び第2の光学位相差補償板(1,2)が積層されてなり、第1の光学位相差補償板(1)は、波長550nmの透過光に対するリタデーションが100~180 nmであり、第2の光学位相差補償板(2)は、波長550nmの透過光に対するリタデーションが200~360 nmであり、可視光で同一の振動面を有する直線偏光(3)が第2の光学位相差補償板(2)に入射されたときに直線偏光(3)の振動方向(4)と第1の光学位相差補償板(1)の遅相軸方向とのなす角を $\theta_1$ とし、第2の光学位相差補償板(2)に入射される直線偏光(3)の振動方向(4)と第2の光学位相差補償板(2)の遅相軸方向とのなす角を $\theta_2$ とすると、 $|\theta_1 - 2 \times \theta_2|$ が80~100度になるように各光学位相差補償板(1,2)が配置されている。これにより、視認性に優れた表示の反射型液晶表示装置又は高効率な投射型液晶表示装置を実現可能とする、機能の向上が図られた積層位相差板、及びそれから構成される液晶表示装置を提供できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AM	アルメニア	FR	フランス	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AT	オーストリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SN	セネガル
AU	オーストラリア	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	US	米国
CA	カナダ	ID	インドネシア	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CG	コンゴ	IL	イスラエル	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CH	スイス	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CI	コートジボアール	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド		
CM	カメルーン	JP	日本	PL	ポーランド		
CN	中国	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CU	キューバ	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
CY	キプロス	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
CZ	チェッコ	KR	韓国	SD	スーダン		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	SE	スウェーデン		
DK	デンマーク	LC	セントルシア	SG	シンガポール		
EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SI	スロヴェニア		
ES	スペイン	LK	スリ・ランカ				

## 明 細 書

積層位相差板及びそれから構成される液晶表示装置

## 技術分野

本発明は、ワードプロセッサやノート型パソコン等のオフィスオート  
5      メーション（OA）機器、各種映像機器やゲーム機器等を使用される直  
視式の液晶表示装置、照明光源からの光を反射及び投射して拡大表示を  
行う投射型液晶表示装置、観察者の頭部に固定されて映像を表示するヘ  
ッドマウントディスプレイ等の液晶表示装置に用いられる積層位相差板  
及びそれから構成される液晶表示装置に関するものである。

10

## 背景技術

従来より、延伸高分子フィルムからなる光学位相差補償板が、各種用  
途に用いられている。光学位相差補償板の例として、その波長板に直交  
する振動面を有する直線偏光に対して $\pi/2$ の位相差を与える $1/4$ 波  
15      長板や、同様の直線偏光に対して $\pi$ の位相差を与える $1/2$ 波長板等が  
ある。これらの光学位相差補償板は、その複屈折による位相差が光の波  
長毎に異なるため、位相差の結果として生じる偏光状態を波長の異なる  
光に対して同様に準備することは、光学位相差補償板1枚の構成では困  
難であった。

20

これを解決すべく、特開平5-100114号公報には、偏光板と複  
数の $1/2$ 波長板との組み合わせからなる $1/2$ 波長板や、これらに対  
してさらに $1/4$ 波長板を付加して得られる円偏光板が記載されている。

これらのうちの前者の構成は、偏光板によって直線偏光成分のみが選択的に透過された光に対して、 $1/2$ 波長板を組み合わせることによって、位相差 $\pi$ を付与する条件を広い波長範囲で確保するものである。また、後者の構成は、 $1/4$ 波長板を上記構成に付加して、位相差 $\pi/2$ を付与する条件を広い波長範囲で確保するものである。この結果、位相差 $\pi$ を付与する $1/2$ 波長条件が成り立った波長範囲にある光は、偏光板にて準備された直線偏光と方位の異なる直線偏光になる。この構成によれば、 $1/2$ 波長条件の成り立つ波長に対しては同じ振動面を有する直線偏光が発生可能である。

- 10      また、カラーディスプレイで、薄型や軽量等の特徴を有するものとして、液晶表示装置が実用に付されている。カラー表示装置として現在特に広く用いられているものは、背景に光源を用いた透過型液晶表示装置であり、上記特徴のため、各種分野に用途が拡大している。

- 15      この透過型液晶表示装置と比較すると、反射型液晶表示装置は、その表示においてバックライトを必要としないので、光源の電力が削減可能であることや、バックライトのスペースや重量が節約できること等の特徴を有している。即ち、反射型液晶表示装置は、消費電力の低減を実現でき、軽量薄型を目的とする機器に適している。

- 20      また、表示面のコントラスト特性の面に関しては、CRT等の発光型表示装置では、日中の屋外において大幅なコントラスト比の低下、いわゆるウォッシュアウトが見られる。さらに、この面に関し、低反射処理の施された透過型液晶表示装置においても、直射日光下等の周囲光が表示光に比べて非常に強い場合には、視認性の低下が避けられない。

これに対し、反射型液晶装置は、周囲光量に比例した表示光が得られ



るので、携帯情報端末機器やデジタルカメラ、携帯ビデオカメラ等の屋外で使用される機器の表示部として、特に好適である。

しかしながら、反射型液晶装置は、このように非常に有望な応用分野を有しながら、十分なコントラスト比や反射率、多色カラー化、高精細表示、動画への対応等の性能が不十分である。このため、現在まで十分な実用性を有する反射型カラー液晶装置は得られていない。

以下、反射型液晶表示装置についてさらに詳述する。

従来のツイステッドネマティック（TN）型液晶素子は、偏光板を2枚用いる構成なので、コントラスト比やその視角依存性の特性に優れている。ところが、液晶変調層と光反射層との距離が基板等の厚みだけ離れているために、照明光の入射時と反射時の光路のずれに伴う視差が発生する。これにより、特に、1層の液晶変調層に色要素毎に異なる画素を与えたカラーフィルタを組み合わせる通常の透過型液晶ディスプレイに用いられる構成では、高解像度及び高精細のカラー表示装置には適さない。これは、入射時に通過する色要素と反射後に通過する色要素とで光の進行方向が傾斜している場合に、その傾斜の方位や傾斜角によって異なるからである。これらの理由により、この表示モードを用いた反射型液晶表示装置のカラー表示は実用化に至っていない。

これに対し、偏光板を用いない、もしくは1枚のみ用いて、染料を液晶に添加したゲストホスト（GH）型液晶素子が開発されてきた。しかし、ゲストホスト型液晶素子には、染料を添加しているために信頼性に欠けるといった問題や、染料の2色性比が低いために高いコントラスト比が得られないといった問題が有る。特に、カラーフィルタを用いるカラー表示においては、暗状態の画素の反射光が明状態の画素の反射光と

ともに観察されるため、このようなコントラストの不足は、色純度を大幅に低下させる。この色純度の低下を防止するためには、色純度の高いカラーフィルタと組み合わせる必要がある。しかし、色純度の高いカラーフィルタを用いると、明度が低下し、偏光板を用いないために高明度であるという本方式の利点が損なわれるという矛盾点を生じる。

以上の背景に鑑み、高解像度及び高コントラストの表示が期待できる1枚の偏光板を用いた方式（以下、1枚偏光板方式と称する）の液晶表示装置が開発されている。その一例としては、偏光板1枚と1/4波長板とを用いた反射型TN（45°ツイスト型）方式の液晶表示装置が、  
10 特開昭55-48733号公報に開示されている。

この先行技術においては、45°振れた液晶層を用い、該液晶層に印加される電界を制御することによって、入射直線偏光の振動面を1/4波長板の光軸に平行な状態と45°異なる方位の状態との2つの状態に切り換え、これにより白黒表示を実現している。この液晶セルは、入射  
15 光側から、偏光子、45°ツイスト液晶セル、1/4波長板、及び反射板がこの順で配列された構成となっている。

また、本願発明者は、偏光板1枚と平行配向液晶セルと光学位相差補償板とを組み合わせた反射型平行配向方式についての特許を出願している（特開平6-167708号公報参照）。この表示モードは、ホモジ  
20 ニアス（平行）配列させた液晶層及び1枚の光学位相差補償板を、液晶セル内面に配置した反射板と、液晶セル（及び光学位相差補償板）の外面に配置した偏光板との間に配置した構成を有している。この構成では、光路が入射光路と出射光路とを合わせて、偏光板を2回しか通過せず、セルのガラス基板（上基板）上に形成された、光吸収が避けられない透

明電極も2回しか通過しない。したがって、このセル構成では、高い反射率を得ることができる。

また、ツイストされたネマティック液晶層を反射板（セル内面に配置）と1枚の偏光板との間に配置した構成が、特開平2-236523号公報やJapan Display '89, p. 192に開示されている。

これら特開平6-167708号公報、特開平2-236523号公報、及びJapan Display '89, p. 192に開示されているような1枚偏光板方式の表示原理について説明する。

10 入射側に配置された偏光板は、入射光及び出射光の直線偏光成分のうち1方向の直線偏光成分のみを通過させ、他方向の直線偏光成分を吸収する働きを持つ。偏光板を通過した入射光は、 $\lambda/4$ 波長板等の光学位相差補償板によってその偏光状態が変化されて液晶層に入射される（特開平6-167708号公報の場合）か、あるいはそのまま液晶層に入射される（特開平2-236523号公報、Japan Display '89, p. 192の場合）。液晶層に入射した光は、液晶層を通過すると、さらに、その偏光状態が変化して反射板へと到達する。反射板に到達した光は、入射時と逆の順序で、その偏光状態が変化されながら液晶層や $\lambda/4$ 波長板等を通過して、再び偏光板へと到達する。

20 このとき、最終的な偏光板の透過方位の偏光成分の割合が、液晶層全体の反射率を決める。つまり、出射時の偏光板通過直前の偏光状態が偏光板の透過方位の直線偏光である場合に最も明るい表示となり、その偏光状態が吸収方位の直線偏光であれば最も暗い表示となる。

これらの状態を液晶表示装置に対して垂直に入射及び出射する光に対

して実現するための必要十分条件は、詳細な説明は省略するが、次の通りであることが知られている。すなわち、必要十分条件は、明状態に対しては反射板上での偏光状態が任意の方位の直線偏光となり、また、暗状態に対しては反射板上で右または左の円偏光となることである。前記  
5 条件は、偏光を保持する鏡面における反射において成り立つ条件である。つまり、偏光を保持しない反射においては、明状態の明度が低下するとともに、暗状態の明度が上昇し、表示のコントラストが悪化する。このため、高コントラストを目指した1枚偏光板方式には適さない。

1枚偏光板と負の誘電異方性をもつ液晶を垂直配向させた反射型液晶  
10 表示装置も開示されている。USP 4, 701, 028 (Clercら)には、偏光板1枚と1/4波長板と垂直配向液晶セルとを組み合わせ  
た反射型の液晶表示装置が開示されている。また、特開平6-3374  
21号公報には、偏光板1枚と1/4波長板とベンド垂直配向液晶セル  
とを組み合わせた反射型の液晶表示装置が開示されている。また、Eu  
15 ro Display '96, p. 464には、偏光板1枚と1/4波  
長板と垂直配向液晶セルを組み合わせた反射型の液晶表示装置が開示  
されている。

これらは、いずれも1/4波長板を適用し、電圧無印加時には液晶層  
のリタデーション(retardation)をほぼ0とし偏光状態を保持すること  
20 により暗状態を実現し、電圧印加時には液晶層のリタデーションが有限  
の値を持ち明状態を実現するような、リタデーションを利用してスイッ  
チングを行う、いわゆるノーマリーブラック・モードの液晶表示装置で  
ある。

他方、投射型液晶表示装置は、液晶素子による表示画像を拡大投射す

る機構を有し、表示画像の大きさに比して小型の機器によって大画面表示を実現するものである。このため、投射型液晶表示装置は、大型表示装置やデータプロジェクター等の画像表示装置に広く実用に付されている。

- 5       また、ヘッドマウントディスプレイは、小型の機器で、実効的に大画面を観察者に提供できるという特徴や、頭部に固定されているために観察者の視野を占有できるという特徴、また、左右の目に独立した表示情報を提供できるといった特徴を有する。ヘッドマウントディスプレイは、これらのメリットにより、仮想現実（Virtual Reality）  
10   ）技術や、映像鑑賞用ディスプレイ、立体映像再生用ディスプレイ等への今後の応用が期待されている。

- これらの投射型液晶表示装置やヘッドマウントディスプレイの中で、液晶素子に入射した光を液晶素子の同じ面から取り出して投射表示する反射型液晶表示装置は、液晶素子と周辺回路とを同時に作製して高機能な駆動基板を作製可能なものである。上記の反射型液晶表示装置は、例  
15   えば、シリコンウェハー等の非光透過性基板が使用できるという利点や、液晶表示素子を小形に設計しても、液晶層を駆動するアクティブ素子や配線が光の利用効率を落とさないような設計が可能であるという利点を有している。

- 20   あるいは、いわゆる液晶ライトバルブ等の手法も用いることも可能である。この液晶ライトバルブでは、液晶素子を挟持している基板における光投射側の反対側から光を照射することによって表示情報を書き込む。そして、これによって光導電層の抵抗を変化させ、光導電層とともに電圧を印加された液晶層に対して電圧を配分し、書き込み光に合わせて投

射光強度を変化させる。したがって、これらの映像投射装置等への応用が可能である。特に、光の利用効率は、装置全体の明度を決定するため重要である。

さらに、これら投射型液晶表示装置やヘッドマウントディスプレイは、  
5 表示を観察する周囲の照明環境が非常に暗い場合があるために、高品位な表示が要求される。このことから、このような照明状態での良好な黒表示を実現して高コントラスト表示を実現するためには、黒表示に高い遮光性が要求される。

また、偏光ビームスプリッタを用いて作製され、さらに光学位相差補償板を用いることによって、高コントラスト表示を行う液晶投射型液晶  
10 表示の例として、特開平 8 - 6 2 5 6 4 号公報に記載された技術がある。この公報に記載された構成では、高コントラスト表示のために、暗状態の液晶層の位相差を補償するべく位相差を発生させる光学素子（複屈折素子）が用いられている。

15 上記従来技術の 1 枚偏光板方式の液晶表示装置に平行液晶配向セルを用いた方式では、電圧印加時を明状態にする場合、あるいは、垂直液晶配向セルにおいて、電圧無印加時の液晶層の複屈折がほぼ消滅した状態における配向状態を明状態にする場合、以下の通りであることが望ましい。すなわち、この場合、広い波長領域で良好な明状態を実現する液晶  
20 表示装置の偏光板と光学位相差補償板との組み合わせにより、光学位相差補償板出射後の偏光状態が直線偏光となることが望ましい。しかしながら、この直線偏光が全ての波長領域で同じ振動面を有している場合には、液晶層による波長毎の偏光状態の作用の違いを補償する機能が発現しない。

位相差板は、以上の2点、つまり、各波長の光が直線偏光であることと、振動面の方位が波長毎に異なる偏光状態を発生させることを両立させることができれば、その液晶層の光学補償作用を目的とする色補償板として有用な光学位相差補償板になる。

5      上記特開平5-100114号公報のものによれば、広い波長領域に関して1/2波長条件を得る方法が得られる。しかしながら、異なる波長の偏光が同じ方位の振動面を有しており、得られる偏光状態は、偏光板を通過直後の偏光状態と方位が異なるだけである。つまり、波長毎に異なる偏光方向は得られない。

10      また、上記公報の記載によれば、広い波長領域に関して1/4波長条件を得る方法においては、同様に広い波長を円偏光にすることが示されている。しかしながら、上記公報には、波長毎に異なる方位の直線偏光を有する方法は開示されていない。

15      上記特開昭55-48733号公報に記載された液晶表示装置では、液晶層と反射板との間に1/4波長板を設ける必要がある。このため、原理上、液晶セルの内側に反射膜を形成することが難しく、高解像度・高精細表示に適さない。

20      また、上記特開平6-167708号公報に記載されたような反射型平行配向方式では、液晶セルと光学位相差補償板との波長分散のために着色が生じる。このような従来の構成では、暗状態に色付きが生じ易く、白黒は実現できないといった問題点が生じていた。

同様に、上記特開平6-337421号公報やEuro Display '96, p. 464に記載されたような垂直配向方式においても、電圧印加時の液晶の配向がツイストしない平行配向となっている。この

ため、液晶セルと光学位相差補償板との波長分散の影響を受け、暗状態に色付きが生じ易く、良好な白黒表示を実現できないという問題点が生じていた。さらに、電圧無印加時の表示において、観察者が基板に対して正面方向（すなわち、基板の法線方向）から見た場合には、リタデーションが発現しないために良好な暗表示を実現できる。しかしながら、観察者が基板の法線に対して傾いた方向から見た場合には、リタデーションが生じる。このため、表示の傾き角に関する視野角特性が非常に悪く、良好な暗表示が得られないという問題があった。

一方、特開平 2 - 2 3 6 5 2 3 号公報や J a p a n D i s P l a y ' 8 9 , p . 1 9 2 に記載されたような構成では、偏光板を 2 枚用いる構成に比べて明状態の反射率が高くなる。しかしながら、暗状態の透過率の波長依存性が大きく、良好な黒表示は実現されていない。また、液晶層の複屈折率差 ( $\Delta n$ ) と液晶層厚 ( $d$ ) との積である  $\Delta n d$  は、2 0 0 n m 前後と非常に小さい値であることが要求される。 $\Delta n d$  がこの値であると、一般的な液晶材料である  $\Delta n$  が 0 . 0 6 5 以上の液晶材料を用いて液晶パネルを作製する場合、液晶層のセルギャップが概ね 3  $\mu$  m と非常に小さな値になり、製造に困難を伴う。

また、偏光ビームスプリッタを利用し、複屈折素子を利用した前記の特開平 8 - 6 2 5 6 4 号公報に記載の構成では、コントラストの改善が図られている。しかしながら、明度の改善が図られていないため、効率の改善はなされていない。それだけでなく、この公報の実施例の記載によると、コントラストの改善がなされているが、明度は低下しており、むしろ効率は悪化している。この公報の実施例に記載の例に基づく場合、投射効率を改善するには、電圧が小さいときに垂直配向している液晶配



向を、印加電圧を上昇させて傾斜させた配向状態とし、これによりその配向状態における明度を上昇させる必要がある。しかし、そのために用いる光学素子は、暗状態の明度を上昇させないものであることが、コントラスト維持のために必要である。しかしながら、このような機能を有する光学素子及びその構成は従来見出されていない。

#### 発明の開示

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、高解像度表示可能な 1 枚偏光板方式の液晶表示装置の問題点を解決し、又は、反射光投射型液晶表示装置、ヘッドマウントディスプレイの問題点を解決するべく、光学位相差補償板の機能の向上を目指すとともに、視認性に優れた表示の反射型液晶表示装置又は高効率な投射型液晶表示装置を実現可能とする積層位相差板及びそれから構成される液晶表示装置を提供することを目的としている。

本発明の積層位相差板は、上記目的を達成するために、第 1 の光学位相差補償板及び第 2 の光学位相差補償板とが積層されてなる積層位相差板であって、上記第 1 の光学位相差補償板は、その法線方向での波長 550 nm の透過光に対するリタレーションが 100 nm 以上 180 nm 以下であり、上記第 2 の光学位相差補償板は、その法線方向での波長 550 nm の透過光に対するリタレーションが 200 nm 以上 360 nm 以下であり、可視光であり同一の振動面を有する直線偏光が上記第 2 の光学位相差補償板に入射されたときに、該直線偏光の振動方向に垂直な方向又は該直線偏光の振動方向と上記第 1 の光学位相差補償板の遅相軸方向とのなす角を  $\theta 1$  とし、上記直線偏光の振動方向に垂直な方向又は

該直線偏光の振動方向と上記第 2 の光学位相差補償板の遅相軸方向とのなす角を  $\theta 2$  とすると、 $|\theta 1 - 2 \times \theta 2|$  の値が 80 度以上 100 度以下になるように上記第 1 の光学位相差補償板及び上記第 2 の光学位相差補償板が配置されていることを特徴としている。

- 5      上記の発明は、波長毎に異なる方位の直線偏光を得る手段として、 $1/2$  波長の位相差を与える光学位相差補償板と、 $1/4$  波長の位相差を与える光学位相差補償板との組み合わせで、特定の方位設定が重要であることを見出し、なされたものである。

10      本発明の積層位相差板によれば、反射板の反射膜形成面を液晶層に近接させて設置する液晶表示装置を実現でき、良好な暗状態を実現できる。よって、視差がなく、高コントラスト及び高精細で動画の表示が可能な反射型液晶表示装置を実現できる。さらに、本発明の積層位相差板を、反射光を投射する液晶表示装置やヘッドマウントディスプレイに採用すれば、投射効率の改善が可能となる。

- 15      また、本発明の液晶表示装置は、上記目的を達成するために、第 1 の基板と、透光性の第 2 の基板と、上記第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟持された液晶を含む液晶組成物からなる液晶層とを備え、請求項 1 に記載の積層位相差板が上記第 2 の基板における表示面側に配置された液晶表示装置であって、上記積層位相差板における上記第 2 の光学位相差補償板側に設けられ、可視光であり同一の振動面を有する直線偏光を上記第 2 の光学位相差補償板に入射させる偏光手段を有すると共に、該偏光手段により上記第 2 の光学位相差補償板に可視光で同一の振動面を有する直線偏光が入射されたときに、該第 2 の光学位相差補償板、第 1 の光学位相差補償板、上記第 2 の基板、及び該液晶層を透過して液晶層か
- 20

ら出射する光の少なくとも一部を反射させる光反射手段が設けられていることを特徴としている。

上記の発明は、本発明の積層位相差板を用いて液晶表示装置を構成した場合に、本発明の積層位相差板を最も有効に表示に利用できる液晶表示装置の構成を見出し、なされたものである。

本発明の液晶表示装置によれば、反射率が高く、かつ、コントラストが高い反射型液晶表示装置を実現できる。さらに、反射板の反射膜形成面を透明基板の液晶層側に設置することができ、良好な暗状態を実現できる。よって、視差がなく、高コントラスト及び高精細で動画の表示が可能である。それに加えて、液晶層が垂直配向しているものに、偏光ビームスプリッタを使用したものにおいては、特にコントラスト特性に優れている。

さらに、本発明の液晶表示装置に、高明度に調整されたカラーフィルタを用いれば、良好な色再現性を有した表示品位の高いカラー反射型液晶表示装置を実現することができる。

さらに、他の発明は、本発明の液晶表示装置において、偏光手段を偏光板から構成した液晶表示装置（液晶表示装置①）である。

液晶表示装置①によれば、本発明の積層位相差板を最も有効に表示に利用できる直視型の液晶表示装置を実現できる。すなわち、液晶表示装置①によれば、本発明の積層位相差板によって良好な黒表示と良好な明度とを有し、さらに、明度を損なわない良好な表示特性を有する液晶表示装置を提供できる。

さらに他の発明は、本発明の液晶表示装置または液晶表示装置①において、上記液晶組成物が、正の誘電異方性を有し、上記第1の基板と第

2の基板との間での液晶のツイスト角が、60度以上100度以下であり、上記液晶層における液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、150nm以上330nm以下である液晶表示装置（液晶表示装置②）である。

液晶表示装置②によれば、本発明の液晶表示装置、あるいは液晶表示装置①を最適化できる。すなわち、液晶表示装置②によれば、暗状態にて可視波長域で十分低い反射率が確保でき、かつ、容易かつ高歩留まりに製造可能な液晶表示装置を提供できる。

さらに他の発明は、本発明の液晶表示装置、液晶表示装置①及び②のいずれかにおいて、上記光反射手段が、上記第1の基板における上記液晶層側に配置された導電性材料からなる光反射膜であり、上記光反射膜が、滑らかで連続的に変化する凹凸形状表面を有する液晶表示装置（液晶表示装置③）である。

直視反射型の液晶表示装置においては、明状態を鏡面反射ではなく白状態とする場合に、拡散性の反射が必要である。本発明の液晶表示装置では、特に、滑らかな凹凸形状を有する反射板を用いることにより、良好な表示品位の液晶表示装置を実現できる。

すなわち、液晶表示装置③は、特に本発明の液晶表示装置に適した光反射手段の構成を見出し、なされたものである。液晶表示装置③によれば、凹凸形状を有する光反射膜により、光反射手段による反射が鏡面反射になることを防止できる。この結果、観察者の顔などの装置周囲の画像が液晶表示装置の表示画面に映り込むことを防止でき、良好な白表示を実現できる。また、散乱性を有するものが液晶表示装置の前面に配置されないので、良好な暗状態を実現できる。これらにより、高コントラスト比の液晶表示装置を実現できる。

また、液晶表示装置③によれば、光反射膜を導電性材料としているので、この光反射膜が、第 2 の基板に形成された透明電極と協働して液晶層への電圧印加電極としての機能をも果たすことができる。

5 液晶表示装置③を実現するためには、複数の突起部を、突起部及び第 1 の基板によって凸凹形状表面が形成されるように第 1 の基板における上記液晶層側の面上に設け、上記凸凹形状の表面を平滑化する平滑化膜を突起部上に形成し、上記光反射膜を、上記平滑化膜上に設けるとよい。

さらに他の発明は、液晶表示装置③において、上記光反射膜の有する凹凸形状表面が、第 1 の基板の面内の方位に依存する異方性を有する液晶表示装置（液晶表示装置④）である。

液晶表示装置④によれば、さらに反射型液晶表示装置の反射明度を向上させることができる。

15 液晶表示装置④は、上記光反射膜の有する凹凸形状表面の凹凸の平均周期を、第 1 の基板の面内の方位によって変えることによって実現することが可能である。

より具体的には、液晶表示装置④は、前述したような複数の突起部及び平滑化膜を光反射膜と第 1 の基板との間に介在させた構成において、上記各突起部を、第 1 の基板の法線方向から見た形状が、同一の方向を長径とする楕円形となるようにすればよい。

20 さらに他の発明は、本発明の液晶表示装置、及び液晶表示装置①ないし④のいずれかにおいて、上記液晶層は、印加された電圧に応じてその配向が変化する液晶と、光学異方性を有し、印加された電圧に応じてその配向が変化しない高分子とが分散されてなる液晶表示装置（液晶表示装置⑤）である。

液晶表示装置⑤は、配向した液晶層に液晶と高分子とが分散されており、その高分子は電圧の印加されていない状態の液晶分子の配向と同様の配向を有していて、高分子自身も光学異方性を有するものである。これにより、電圧を印加していない状態では、液晶組成物の屈折率と高分子の屈折率とが一致し、散乱が生じない。また、電圧を印加した場合に、  
5 液晶組成物の屈折率と高分子の屈折率とがずれ、散乱を生じる。したがって、鏡面を示す反射膜によっても、鏡面反射方位以外の方位で鏡面ではなく白色の表示が可能であり、非常に高いコントラスト比が得られる。

また、さらに他の発明は、本発明の液晶表示装置において、上記偏光  
10 手段を偏光ビームスプリッタから構成している液晶表示装置（液晶表示装置⑥）である。

液晶表示装置⑥は、反射光を利用する投射型や頭部固定型の液晶表示装置において、偏光手段として偏光ビームスプリッタを用いた場合に、本発明の光学位相差補償板を採用することによって、暗状態の明度が上  
15 昇することがないことを見出し、なされたものである。

液晶表示装置⑥によれば、高いコントラストを維持した投射型又は頭部固定型の液晶表示装置の実現が可能となる。

さらに他の発明は、液晶表示装置⑥において、上記液晶組成物が、正の誘電異方性を有し、上記第1の基板と第2の基板との間での液晶のツイスト角が60度以上100度以下の範囲であり、上記液晶層における  
20 液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、150nm以上330nm以下である液晶表示装置（液晶表示装置⑦）である。

本発明の液晶表示装置において、液晶層の配向は、本発明の積層位相差板を用いることにより生じた波長毎に異なる振動面の直線偏光を、効

率よく偏光ビームスプリッタの透過方位に向けることが必要である。

液晶表示装置⑦は、このための構成として、偏光ビームスプリッタを用いた場合の効率を上昇させることが可能な液晶層を最適化したものである。

- 5       さらに他の発明は、液晶表示装置⑥において、上記液晶組成物が、負の誘電異方性を有し、上記液晶層における液晶が、電圧が印加されていない状態で上記第1の基板及び第2の基板に対して垂直に配向する液晶表示装置（液晶表示装置⑧）である。

- 10       液晶表示装置⑧によれば、ノーマリーホワイト・モードによる表示を実現でき、明るい表示が可能となる。

- 15       さらに他の発明は、液晶表示装置⑧において、液晶の自然ピッチを $p$ 、液晶層厚を $d$ としたときの $|d/p|$ の値が、0より大きく0.5より小さくなるように設定されており、上記液晶層における液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、200nm以上500nm以下である液晶表示装置（液晶表示装置⑨）である。

液晶表示装置⑨は、液晶表示装置⑦とは異なる構成として、本発明の液晶表示装置の液晶配向により、偏光ビームスプリッタを用いた場合の効率を上昇させることが可能な液晶層を最適化したものである。

- 20       本発明のさらに他の目的、特徴、及び優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明による実施の形態1の積層位相差板の概略構造を示す

要部断面図である。

図 2 (a) ないし (c) は、実施の形態 1 において第 2 の光学位相差補償板を通過した光の振動電界ベクトルの時間変化を示す図であり、図 2 (a) は入射光が  $1/2$  波長条件を満たす波長より長い光であるときの電界ベクトル端の時間変化、図 2 (b) は入射光が  $1/2$  波長条件を満たす波長であるときの電界ベクトル端の時間変化、図 2 (c) は入射光が  $1/2$  波長条件を満たす波長より短い光であるときの電界ベクトル端の時間変化をそれぞれ示す。

図 3 (a) ないし (c) は、実施の形態 1 において第 1 の光学位相差補償板を通過した光の振動電界ベクトルの時間変化を示す図であり、図 3 (a) は入射光が  $1/4$  波長条件を満たす波長より長い光であるときの電界ベクトル端の時間変化、図 3 (b) は入射光が  $1/4$  波長条件を満たす波長であるときの電界ベクトル端の時間変化、図 3 (c) は入射光が  $1/4$  波長条件を満たす波長より短い光であるときの電界ベクトル端の時間変化をそれぞれ示す。

図 4 は、実施例 1 の光学位相差補償板により変化した偏光状態の測定配置を示す図である。

図 5 は、実施例 1 の積層位相差板（光学位相差補償板）及び偏光板の設置方位の設定角度を示す図である。

図 6 (a) ないし (d) は、実施例 1 の積層位相差板（光学位相差補償板）の透過光の振動電界ベクトルの時間変化を示す図であり、図 6 (a) はサンプル 1 a の時間変化、図 6 (b) はサンプル 1 b の時間変化、図 6 (c) はサンプル 1 c の時間変化、図 6 (d) は比較例 1 の時間変化をそれぞれ示す。



図 7 は、実施例 1 の反射率を測定した測定光学系を示す配置概念図である。

図 8 は、実施例 1 の入射光の直線偏光に直交した成分の測定光学系を示す配置概念図である。

5 図 9 は、実施の形態 2 の液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

図 10 は、実施例 2 A の液晶表示装置の光学素子の配置を示す平面図である。

10 図 11 は、実施例 2 A の液晶表示装置の反射率の印加電圧依存性の測定値を示す図である。

図 12 は、図 11 の測定のときのに用いた測定光学系を示す配置概念図である。

図 13 は、実施例 2 B の液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

15 図 14 は、実施例 2 B の液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

図 15 は、実施例 2 C の反射型液晶表示装置に用いた光反射板の凹凸形状を示す部分拡大平面図である。

20 図 16 は、実施例 2 C の反射性電極（光反射板）の反射特性の測定光学系の測定方位を示す概念図である。

図 17 は、図 16 の測定系による実施例 4 の反射性電極（光反射板）の反射特性の測定値を示す図である。

図 18 は、実施例 2 D の液晶表示装置の非鏡面配置での反射率の測定に用いた測定光学系を示す配置概念図である。

図19(a)及び(b)は、実施例2Dの液晶表示装置の反射率の印加電圧依存性の測定値を示す図であり、図19(a)は鏡面配置での測定結果、図19(b)は非鏡面配置での測定結果をそれぞれ示す。

図20は、実施の形態3の液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

図21(a)及び(b)は、液晶表示装置の光学素子の配置を示す平面図であり、図21(a)は実施例3の配置、図21(b)は比較例3の配置をそれぞれ示す。

図22は、実施例3及び比較例3の投射型液晶表示装置の投射光強度の液晶素子への印加電圧依存性を示す特性図である。

図23は、実施例3及び比較例3の投射型液晶表示装置の明状態の透過効率の波長依存性を示す特性図である。

図24は、実施例2E及び2Fの反射型液晶表示装置の構造を示す断面図である。

図25は、実施例2E及び2Fの反射型液晶表示装置の偏光板と光学位相差補償板の設定方位を示す平面図である。

図26は、実施例2Eの反射型液晶表示装置の反射率の印加電圧依存性の測定値を示す図である。

## 20 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照して説明する。

### 〔実施の形態1〕

図1は、本発明による実施の一形態の積層位相差板の概略構成を示す

要部断面図である。図 1 に示すように、この積層位相差板は、第 1 の光学位相差補償板 1 と第 2 の光学位相差補償板 2 とからなっている。そして、第 2 の光学位相差補償板 2 への入射光 3 は、特に手段は限定されないが、偏光板や偏光ビームスプリッタ等の偏光手段によって直線偏光となっている。なお、図 1 においては、直線偏光である入射光 3 の電界の振動方向 4 を x 方向、入射光 3 の進行方向を - z 方向とし、さらに x y 平面（図示しない）を積層位相差板設置平面と平行になるようにした x y z 直角座標系を用いた。

次に、積層位相差板の作用について説明する。直線偏光に準備された入射光 3 の偏光状態は、光学位相差補償板 2 によって変化する。このときの偏光状態の変化について、光学位相差補償板 2 の遅相軸方位 8 に対して、偏光状態が変化した入射光 3 の電界ベクトル端の時間変化 5、6、及び 7 をそれぞれ、図 2（a）、（b）及び（c）に示す。

図 2（a）は、入射光 3（図 1 参照）が  $1/2$  波長条件を満たす波長より長い光であるときの電界ベクトル端の時間変化 5、図 2（b）は、入射光 3 が  $1/2$  波長条件を満たす波長であるときの電界ベクトル端の時間変化 6、図 2（c）は、入射光 3 が  $1/2$  波長条件を満たす波長より短い光であるときの電界ベクトル端の時間変化 7 をそれぞれ示す。また、図 2（a）ないし（c）では、図 1 に示した x y z 直角座標系を用いた。

光学位相差補償板 2 は、可視波長範囲である 400 nm から 700 nm のいずれかに  $\pi$  だけ位相差を生じる複屈折量を有しているので、図 2（a）ないし（c）に示すように、入射光 3 をその波長に応じてそれぞれ異なった偏光状態に変化させる。すなわち、8 で示される遅相軸方位

を有する光学位相差補償板 2 は、x 方向（図 1 に示す電界の振動方向）に振動している入射光 3 の位相を変化させ、入射光 3 の偏光状態を変化させる。これにより、 $1/2$  波長条件の成り立つ波長（図 2（b））を境にして、光電界の回転方向が逆転する（図 2（a）、図 2（c））。

- 5      このような偏光状態にある入射光を、さらに光学位相差補償板 1 に入射させる。このときの偏光状態の変化について、光学位相差補償板 1 の遅相軸方位 9 に対して、偏光状態が変化した入射光の電界ベクトル端の時間変化 10、11、及び 12 をそれぞれ、図 3（a）、（b）及び（c）に示す。なお、図 3（a）は、入射光が  $1/4$  波長条件を満たす波長より長い光であるときの電界ベクトル端の時間変化 10、図 3（b）は、入射光が  $1/4$  波長条件を満たす波長であるときの電界ベクトル端の時間変化 11、図 3（c）は、入射光が  $1/4$  波長条件を満たす波長より短い光であるときの電界ベクトル端の時間変化 12 をそれぞれ示す。

- 15      光学位相差補償板 1 は、400 nm から 700 nm の範囲内のある波長の光に対して  $1/4$  波長のリタデーションを生じる複屈折量を有している。このため、光学位相差補償板 1 は、さらに偏光状態を変化させ、図 2（a）ないし（c）に示すように、入射光をその波長に応じてそれぞれ異なった偏光状態に変化させる。すなわち、光学位相差補償板 1 に入射された各波長の光の偏光状態は、光学位相差補償板 1 を通過することによりいずれも直線偏光となるが、波長毎に振動面の方位角が異なる状態になる。このため、この状態の光を反射板で反射させ、光学位相差補償板 1、光学位相差補償板 2 の順に入射時と逆の伝播をさせると、予め準備した偏光と同じ直線偏光を実現できる。

20      この積層位相差板の効果をさらに説明する。一例として、図 1 に示し

たような入射光 3（図 1 に示す電界の振動方向）の偏光状態の準備のために偏光板を用い、この偏光状態を液晶表示装置の反射表示の明状態に用いる場合を説明する。この場合では、光学位相差補償板 1・2 を用いているにもかかわらず、出射時に偏光板に吸収される成分は生じない。

5 さらに、偏光方位が光の波長毎に異なるため、光学補償作用をもつ。つまり、明度を損なうことなく位相差補償機能が発現する。

また、他の一例として、入射光を直線偏光にするために、上記偏光板に代えて偏光ビームスプリッタを用い、さらに、反射光を偏光ビームスプリッタに逆光路に入射させてもよい。この場合、光学位相差補償板 2  
10 への入射光 4 と同方位の偏光成分は、出射時に偏光ビームスプリッタを透過できず、入射光方位に進行する。このため、出射時に偏光ビームスプリッタを透過する光を表示に用いる表示装置において、光学補償作用を有するにもかかわらず暗状態の明度を上昇させない光学位相差補償板 1・2 を実現できる。

15 以下、本実施の形態の一例である実施例について、さらに詳細に説明するが、本発明の範囲がこれらの例のみに限定されるものではない。

#### 〔実施例 1〕

実施例 1 として、実施の形態 1 の積層位相差板の実施例について説明する。

20 図 4 は、本実施例において、実施の形態 1 の積層位相差板による直線偏光の変化を調べるのに用いた光学系の概略図である。図 4 に示すように、本実施例では、測定照明光が偏光ビームスプリッタ 15 に入射され、偏光ビームスプリッタ 15 によって準備された s 偏光である直線偏光 14 を、光学位相差補償板 2 及び光学位相差補償板 1 に入射させ、図 4 に

1 3で示す位置における偏光状態を測定した。なお、図8に示したx y z直角座標系において、光学位相差補償板1・2（積層位相差板）面方向をy方向とし、直線偏光14の振動方向をx方向とした。

本実施例では、550 nmの波長の光に対するリタデーションが130 nm以上140 nm以下の光学位相差補償板を光学位相差補償板1として、550 nmの波長の光に対するリタデーションが265 nm以上275 nm以下となるように作製された光学位相差補償板を光学位相差補償板2としてそれぞれ1枚ずつ用い、これらを互いに密着させて用いた。また、本実施例で用いた光学位相差補償板1及び2は、ポリカーボネート製の延伸フィルムから作製された片面に粘着層を有するフィルムである。

ここで、光学位相差補償板1・2の遅相軸の設置方位の配置について、図5に示すように、直線偏光の振動方向であるx方向（又は直線偏光の振動方向に対して垂直な方向）と光学位相差補償板1の遅相軸方向9とのなす角を $\theta 1$ とし、直線偏光の振動方向であるx方向（又は直線偏光の振動方向に対して垂直な方向）と光学位相差補償板2の遅相軸方向8とのなす角を $\theta 2$ とするような配置の場合について説明する。なお、図5は、液晶表示装置の入射光の方位（zが正の方位）から観察した場合を示すものである。

20 本実施例では、図5に示す角度 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ がそれぞれ下表1に示す値である3種類のサンプルを作製した。

【表 1】

	$\theta 1$	$\theta 2$
サンプル 1 a	1 1 0 度	1 0 度
サンプル 1 b	1 2 0 度	1 5 度
サンプル 1 c	1 3 0 度	2 0 度
比較例 1	6 7. 5 度	2 2. 5 度

5

10

すなわち、 $\theta 1 = 110^\circ$  で  $\theta 2 = 10^\circ$  の積層位相差板（以下、サンプル 1 a と記載する）、 $\theta 1 = 120^\circ$  で  $\theta 2 = 15^\circ$  の積層位相差板（以下、サンプル 1 b と記載する） $\theta 1 = 130^\circ$  で  $\theta 2 = 20^\circ$  の積層位相差板（以下、サンプル 1 c と記載する）の 3 種類のサンプル 1 a、1 b、及び 1 c を作製した。

15

また、比較のために、比較例 1 として、光学位相差補償板 1 の代わりに、光学位相差補償板 2 のリタデーションと同じ 265 nm 以上 275 nm 以下にリタデーションが設定された光学位相差補償板を用い、波長帯域を広げた 1/2 波長板を作製した。その配置は、図 5 に示す  $\theta 1 = 67.5^\circ$  で、 $\theta 2 = 22.5^\circ$  となるようにした。なお、この比較例 1 は、従来技術として前述した特開平 5-100114 号公報に記載の 2 枚の 1/2 波長板によって構成された、帯域の広い 1/2 波長板の配置である。

20

実施例 1 及び比較例 1 の偏光状態の測定結果を、図 6 (a) ないし (d) に示す。なお、図 6 (a) はサンプル 1 a の測定結果、図 6 (b) はサンプル 1 b の測定結果、図 6 (c) はサンプル 1 c の測定結果、図 6 (d) は比較例 1 の測定結果をそれぞれ示す。また、図 6 (a) ない

し（d）において、x軸は偏光板29入射前の直線偏光の振動方向を示し、矢印は光学位相差補償板1・2を通過した直線偏光の振動面の方向を示す。

図6（a）ないし（d）から、サンプル1a、1b、及び1cはともに、450nm、550nm、及び650nmの各波長に対して、各波長毎に異なる振動面方位を持ち、しかも、それぞれが良好な直線偏光である状態が実現された。

しかしながら、比較例1は、各波長に対して、ほぼ直線偏光になっているが、その振動面が各波長に関して一致している。このため、通常の直線偏光と同様、光学位相差補償板の法線方位に透過する光に関する位相補償効果が期待できない。

これらのサンプル1a、1b、及び1cによって得られた直線偏光の直線性の程度を評価するため、図7に示すような光学配置の光学系によって反射率を測定した。図7に示すように、この測定光学系では、表1に示した光学配置の積層位相差板の光学位相差補償板2の上部に、偏光板17を、図4に示したのと同様の直線偏光（振動方向がx方向の直線偏光）を生成するように配置した。そして、光学位相差補償板1の下面には、アルミニウムを蒸着して形成した反射板18を、アルミニウム蒸着面が反射面となるように貼着した。また、測定の際には、測定照明光がハーフミラー16により反射されて偏光板17から入射され、被測定物から反射された光がハーフミラー16を透過して光検出器に到達するようにした。

その反射率の測定結果を下表2に示す。



【表 2】

	4 5 0 n m	5 5 0 n m	6 5 0 n m
サンプル 1 a	9 9 . 6 %	9 9 . 9 %	9 9 . 6 %
サンプル 1 b	9 9 . 5 %	9 9 . 9 %	9 9 . 5 %
サンプル 1 c	9 9 . 3 %	9 9 . 9 %	9 9 . 3 %

なお、ここで、反射率は、光学位相差補償板 1・2 を用いることなく偏光板 17 を反射板 18 に直接貼付した構成の被測定物の値を 100 % とした。

表 2 から、サンプル 1 a、1 b、及び 1 c のいずれにおいても、99 % 以上の非常に高く良好な反射率が得られたことがわかる。

以上に示したように、入射光が光学位相差補償板 2 及び光学位相差補償板 1 を通過すると、光の振動面が波長によって異なっている状態を実現できた。その光は、各波長において偏光板 17 と組み合わせて往復による反射率を損なうことのない良好な直線偏光になっていることを確かめた。

また、図 8 に示すように、偏光ビームスプリッタ 15 に、サンプル 1 a、1 b、及び 1 c と同様の光学配置の光学位相差補償板 1・2 を貼付して、それぞれの光学位相差補償板 1・2 に直線偏光を入射し、その入射した偏光方位に直交した直線偏光成分の強度（Y 値）を観測した。なお、このとき、反射板 18 を、光学位相差補償板 1 と間隔を介して配置した。その測定の結果、19 で示す位置における強度を 100 % にした場合に、サンプル 1 a、1 b、及び 1 c と同様の光学配置のサンプルのいずれにおいても、0.5 % 以下の小さい良好な値であった。このこと

から、偏光ビームスプリッタ 15 を使用した反射型液晶表示装置においても、本発明による積層位相差板（光学位相差補償板 1・2）が有効であることが確認できた。

〔実施の形態 2〕

- 5        実施の形態 2 として、本発明の液晶表示装置の他の実施形態について説明する。

本発明の液晶表示装置の他の実施形態は、液晶層に偏光板及び光学位相差補償板 2 枚を通して外光等の照明光を入射させ、照明光の入射側から観察する反射型の液晶表示装置である。

- 10        まず、偏光板を用いた実施形態について説明する。

図 9 に、本発明に係る積層位相差板を用いた本発明に係る直視反射型の液晶表示装置の概略構造を示す。図 9 に示すように、液晶層 20 は、配向処理された配向膜 21 がその上に形成された基板 23 と、同様に配向処理された配向膜 22 がその上に形成された基板 24 とによって挟持  
15        されている。この基板 23 及び基板 24 における液晶層 20 側には、それぞれ液晶層 20 に電圧を印加するための電極 25 及び電極 26 が形成されている。

上記液晶表示装置には、偏光板 29（後述する）により光学位相差補償板 28 に可視光で同一の振動面を有する直線偏光が入射されたときに、  
20        光学位相差補償板 27・28、基板 23、及び液晶層 20 を透過して液晶層 20 から出射する光の少なくとも一部を反射させる反射板（あるいは反射膜）等の光反射手段が設けられている。

電極 26 は、上記の反射板（光反射手段）の機能を兼ね備えた導電性材料からなる光反射膜であってもよい。以下、上記の反射板の機能を兼

ね備えた電極 26 を、反射性の電極 26 と称する。

また、この反射性の電極 26 は、反射光の偏光性を保存する程度に滑らかな凹凸形状を有していてもよい。その滑らかな凹凸形状は、反射性の電極 26 上で方向によって異なる凹凸周期を有するものなど、反射性の電極 26 平面内の方位による異方性を有していてもよい。

また、このように構成された電極 25・26 への電圧印加手段として、特に限定されないが、アクティブ素子等を用いてもよい。

このように構成された液晶セルの基板 23 における、液晶層 20 の反対側、すなわち観察者側（表示面側）には、光学位相差補償板 27 と光学位相差補償板 28 とからなる積層位相差板が配置されている。なお、この積層位相差板は、前述の実施の形態 1 にて図 1～3 を用いて説明したものと同様である。

さらに、上記積層位相差板における光学位相差補償板 28 側には、可視光であり同一の振動面を有する直線偏光を光学位相差補償板 28 に入射させる偏光板（偏光手段）29 が配置されている。

以下、各光学素子（光学位相差補償板 27、光学位相差補償板 28、及び偏光板 29）の作用について説明する。

図 9 に示すような構成において、入射光が偏光板 29 に入射されると、偏光板 29 によって特定の方位の直線偏光成分のみが選択的に透過される。そして、入射直線偏光の偏光状態は、光学位相差補償板 28 と光学位相差補償板 27 とによって前述のように変化する。すなわち、光学位相差補償板 27 を通過した後の入射光は、その波長毎に異なる偏光方向の直線偏光になる。

これらの偏光方向の具体的な方向は、前述の実施例 1 に記載のように

3つの光学素子（光学位相差補償板27、光学位相差補償板28、及び偏光板29）の配置に依存する。前述の図5（但し、x方向と光学位相差補償板27の遅相軸方向9とのなす角を $\theta_1$ 、x方向と光学位相差補償板28の遅相軸方向8とのなす角を $\theta_2$ とする）において、 $\theta_1 = 120^\circ$ 、 $\theta_2 = 15^\circ$ になるように配置した場合には、次の通りである。

液晶表示装置に入射した光は、偏光板29と積層位相差板（光学位相差補償板27及び光学位相差補償板28）とを通過して、前述の図6（b）に示すような偏光方位が波長毎に異なる直線偏光となる。すなわち、積層位相差板を通過した直線偏光が、偏光板29出射後の直線偏光となす角は、波長450nmの直線偏光で40度、波長550nmの直線偏光で30度、波長650nmの直線偏光で23度となる。

この後、液晶層20に入射された入射光は、印加された電圧に対応して配列した液晶層20の複屈折にしたがってその偏光状態が変化して反射板（反射性の電極26）に到達する。そして、反射板（反射性の電極26）上での偏光状態は、液晶配向によって異なる状態に実現される。

つぎに、明暗の状態の動作を説明する。

まず、明状態の作用について説明する。上記のような構成で、液晶層20が、電圧印加時に、その液晶配向が電圧にしたがって並び、液晶表示装置の法線方向（基板23・24の法線方向）に進む光に対して複屈折を持たない場合は、直線偏光になった入射光が偏光の変化を伴わずに反射板（反射性の電極26）に到達する。

この場合、波長毎に異なる方位を持つ直線偏光になっている入射光が反射板（反射性の電極26）上でもそのまま直線偏光となっているため、明状態を実現できる。明状態のためには、直線偏光の光電界の方位が反

射板（反射性の電極 2 6）平面内で任意であるので、波長毎に異なる方位にあるにもかかわらず、波長毎には反射率は変化しない。

この明状態を十分広い可視波長領域で成立させることができれば、白表示を実現できる。これに近い偏光状態を、実質的に可視波長領域で準備するために、本願発明者らは、次のような条件（１）～（３）が必要であることを見出した。

それは、（１）光学位相差補償板 2 7 が、主たる可視波長である 4 0 0 n m から 7 0 0 n m の光に対して 4 分の 1 波長の位相差を与えることができる位相差を有する、すなわち、1 0 0 n m から 1 8 0 n m のリタ  
10 デーションを有すること、（２）光学位相差補償板 2 8 が、主たる可視波長である 4 0 0 n m から 7 0 0 n m の光に対して 2 分の 1 波長の位相差を与えることができる位相差を有する、すなわち、2 0 0 n m から 3 6 0 n m のリタ  
15 デーションを有すること、及び、（３）図 5 に示す、偏光板 2 9 と光学位相差補償板 2 7 ・ 2 8 との配置に関する値  $\theta 1$  及び  $\theta 2$  が、下式（１）を満たすことである。

$$80^{\circ} \leq |\theta 1 - 2 \times \theta 2| \leq 100^{\circ} \cdots (1)$$

この条件を満たす範囲で、 $\theta 1$  及び  $\theta 2$  の各値を変更可能であることは言うまでもないが、その具体的な値は、暗状態に必要な偏光状態によって決定するのが望ましい。また、式（１）の角度設定によると、 $|\theta 1 - 2 \times \theta 2|$  の値の範囲が 2 0 度あるが、この範囲でどの値を取るの  
20 がよいかは、さらに、液晶層 2 0 に電圧を印加した場合の液晶層 2 0 の複屈折値にも依存している。すなわち、光学位相差補償板 2 7 ・ 2 8 及び液晶層 2 0 の複屈折を含めて、反射板（反射性の電極 2 6）上で直線偏光になるように設定するのが望ましい。

次に、暗状態の作用について説明する。前述の式（１）のように設定された光学位相差補償板 27・28 によって、波長毎に異なる方位を持つ直線偏光になっている入射光を、反射板（反射性の電極 26）上で円偏光となるように変換することによって暗状態を実現できる。この時、  
5 偏光の向きは、右回りであっても左回りであっても同様に暗状態を実現できる。つまり、可視波長の光を一様にどちらかの円偏光に実現することで、良好な暗状態を実現できる。

上記暗状態を実現するために、波長毎に異なる偏光方位の直線偏光に実現した入射光を可視波長範囲で円偏光にするような液晶層 20 の光学的作用を実現すること、及び、それに合わせた光学位相差補償板 27・  
10 28 の方位設定を行うことが肝要である。

さらに、液晶層 20 の電氣的駆動を考慮すると、明状態は電圧印加状態で実現されるので、暗状態は、電圧が印加されていない状態、もしくは、電圧によって液晶配向が変化しているが明状態とは大きく異なる配向の状態  
15 での状態で実現することが必要である。

本願発明者らは、暗状態の作用について、実用上十分な範囲、つまり、可視波長域で十分低い反射率が確保でき、かつ、容易かつ高歩留まりに製造可能な液晶表示装置にあわせた液晶組成物の開発が可能な範囲を見出した。その具体的条件は、液晶層 20 のツイスト角が 60 度以上 10  
20 0 度以下であり、かつ、液晶層 20 の複屈折量が、液晶の  $\Delta n$ （複屈折率差）と液晶層の厚み（層厚） $d$  との積である  $\Delta n d$  値で、150 nm ～ 330 nm の範囲内、更に好ましくは 250 nm ～ 300 nm の範囲内である。

以下、本実施の形態の一例である実施例について、さらに詳細に説明

するが、本発明の範囲がこれらの例のみに限定されるものではない。

〔実施例 2 A〕

実施例 2 A として、ツイスト角が 70 度に設定された液晶層を用い、リタレーションが 135 nm である光学位相差補償板 27 及びリタレーションが 270 nm である光学位相差補償板 28 をそれぞれ 1 枚ずつ用いて、前述の図 9 に示す実施の形態 2 の液晶表示装置を作製した実施例について説明する。本実施例では、基板 24 上の電極 26 は、アルミニウムからなる反射性の電極 26 とした。

液晶セルには、液晶導入後に液晶層厚が 4.5  $\mu$ m になるよう調整され、70 度にツイストされた液晶層 20 を用いた。また、液晶としては、 $\Delta n$  だけが 0.0667 に調整され、他の物性については、通常の薄膜トランジスタ (TFT) 透過型液晶ディスプレイに使用されている液晶と同様の液晶物性 (誘電異方性、弾性、粘性、ネマティック温度範囲、及び電圧保持特性) を有する液晶を用いた。そして、液晶層厚と複屈折率差との積が 300 nm になるように設定した。

本実施例の偏光板 29、光学位相差補償板 27、及び光学位相差補償板 28 の配置は、図 10 に示すように設定した。なお、図 10 において、矢印 32 は偏光板 29 の透過軸方位、矢印 8 は光学位相差補償板 28 の遅相軸方位、矢印 9 は光学位相差補償板 27 の遅相軸方位、矢印 30 は基板 23 上に形成された配向膜 21 に接触する即ち配向膜 21 近傍の液晶分子の配向の方位、矢印 31 は基板 24 上に形成された配向膜 22 に接触する即ち配向膜 22 近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示す。また、図 10 は、液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。

そして、これらの配置関係は、図 10 に示すように、偏光板 29 の透

過軸方位 3 2 と光学位相差補償板 2 7 の遅相軸方位 9 とのなす角度  $\theta 1$  を  $126^\circ$ 、偏光板 2 9 の透過軸方位 3 2 と光学位相差補償板 2 8 の遅相軸方位 8 とのなす角度  $\theta 2$  を  $18^\circ$ 、基板 2 3 上の液晶分子の配向方向 3 0 と偏光板 2 9 の透過軸方位 3 2 とのなす角度を  $16^\circ$  としたものである。

光学位相差補償板 2 7 と光学位相差補償板 2 8 とは、ともにポリカーボネート製の延伸フィルムからなる。光学位相差補償板 2 7 は、波長 550 nm の面法線方向（光学位相差補償板 2 7 の法線方向）の透過光に対して 130 nm から 140 nm の範囲内に制御された位相差を持つ。

光学位相差補償板 2 8 は、波長 550 nm の面法線方向の透過光に対して 265 nm から 275 nm の範囲内に制御された位相差を持つ。また、偏光板 2 9 は、誘電体多層膜による A R 層 (AntiReflection coating layer; 反射防止コート層) を有し、単体での内部透過率が Y 値で 45% の偏光板である。

以上の本実施例の構成の液晶表示装置について、反射率の印加電圧依存性を図 1 1 の曲線 1 1 - 1 に示す。この反射率は、図 1 2 に示すように、照明光源装置からの光をハーフミラーにより反射させて被測定物（基板 2 3 及び基板 2 4 から構成される液晶表示装置）に入射させ、それからの反射光がハーフミラーを透過して光検出器に到達するようにして測定した。なお、反射率測定においては、光学位相差補償板 2 7・2 8 を用いずに偏光板 2 9 と同種の偏光板を基板 2 3 上に直接配し、本実施例と同様に構成した液晶未注入の装置における反射率を 100% とした。

図 1 1 から、2 V 程度以上の印加電圧で、高い良好な反射率特性が得られていることがわかる。



以上のように、本実施例によれば、実施の形態 1 の積層位相差板によって良好な黒表示を実現し、さらに、明度を損なわない良好な表示特性を実現できた。

〔実施例 2 B〕

- 5 実施例 2 B として、実施の形態 2 の液晶表示装置において、アクティブマトリクス駆動方式のカラー液晶表示装置とし、電極 2 6 に代えて、滑らかな凹凸形状を有する光反射膜である光反射性画素電極（光反射手段） 3 7 を用いた実施例について説明する。

- 10 図 1 3 は、本実施例の反射型液晶表示装置の構成を示す要部断面図である。図 1 3 に示すように、この反射型液晶表示装置 4 9 は、第 1 の基板 3 3 と透明な基板からなる第 2 の基板 3 4 とを備え、第 1 の基板 3 3 上にアクティブ素子として複数の T F T 素子 3 5 が各画素毎に形成されている。T F T 素子 3 5 や駆動用配線（図示せず）上には、層間絶縁膜 3 6 が形成されている。T F T 素子 3 5 のドレイン端子（図示せず）と  
15 光反射性画素電極 3 7 とは、コンタクトホールを介して電氣的に接続されている。光反射性画素電極 3 7 上には、配向膜 3 8 が 1 0 0 n m の厚さで形成されている。

- 第 1 の基板 3 3 における液晶層 2 0 側には、光反射性画素電極 3 7 が配置されている。光反射性画素電極 3 7 は、偏光板 2 9 により光学位相差補償板 2 8 に可視光で同一の振動面を有する直線偏光が入射されたときに、光学位相差補償板 2 7 ・ 2 8、カラーフィルター基板 4 7（後述する）、及び液晶層 2 0 を透過して液晶層 2 0 から出射する光の少なくとも一部を反射させるものである。

ここで、光反射性画素電極 3 7 は、光反射性を有する導電性材料から

なる光反射膜である。上記導電性材料としては、例えば、アルミニウム、ニッケル、クロム、銀や、それらを用いた合金等の導電性金属材料が使用できる。そして、光反射性画素電極 37 の形状は、コンタクトホール  
5 部分を除くと、滑らかな凹凸形状を有しており、これにより金属反射面が鏡面になることを防止している。

次に、その形成方法についてさらに詳細に説明する。

上記の T F T 素子 35 及び駆動用配線（図示せず）を形成した基板 33 表面に、感光性樹脂材料からなる大突起 39 及び小突起 40 をそれぞれ多数形成した。これら大突起 39 及び小突起 40 はそれぞれ、底部直径が D1 及び D2（図 13 参照）である円形のパターンをフォトリソグラフィ  
10 ーの技術によって多数形成したものである。この D1 及び D2 は、例えば、それぞれ 5  $\mu$ m 及び 3  $\mu$ m に設定されている。また、これら大突起 39 及び小突起 40 の間隔 D3 は、少なくとも 2  $\mu$ m 以上に設定されている。また、これら大突起 39 及び小突起 40 の高さは、感光性樹脂材料の形成時の膜厚により制御できるが、本実施例では 1.5  $\mu$ m と  
15 した。大突起 39 及び小突起 40 は、フォトリソグラフィによって形成した後の露光工程及び焼成工程によって、なだらかな突起に形成した。

次いで、上記突起 39・40 を被覆し、これら突起 39・40 の間の平坦部を埋めるべく、突起 39・40 を形成したものと同様の感光性樹脂材料で平滑化膜 41 を形成した。このようにして、平滑化膜 41 の表面は、突起 39・40 の影響を受けて、目的の形状である滑らかな曲面  
20 状に形成された。なお、上記コンタクトホールには、突起 39・40 及び平滑化膜 41 のどちらも形成されないように作製している。

以上のようにして、上記構造の T F T 素子基板 42 を作製した。上記

構成では、反射板を兼務する光反射性画素電極 3 7 が液晶層 2 0 の近くに配置されているので、視差が生じない。しかも、液晶層 2 0 を通過し反射性画素電極 3 7 によって反射される光が、T F T 素子 3 5 や素子駆動用配線（図示しない）部分のために損なわれることがない。つまり、  
5 いわゆる開口率が高い。従って、視差が生じることがなく、しかも、開口率が高く、明るい反射型液晶表示装置の T F T 素子基板 4 2 を実現することができた。

一方、上記 T F T 素子基板 4 2 とともに用いる他方の基板には、反射方式に合わせて、高明度化されたカラーフィルタ 4 4 を配置した。この  
10 カラーフィルタ 4 4 には、各画素間に色の混合を防止するとともに、画素電極間の電圧未印加部や電界乱れに伴う暗表示での反射光の漏れを防止するためのブラックマトリックス 4 8 を配している。

このカラーフィルタ 4 4 上に、透明電極として I T O ( I n d i u m T i n O x i d e ) をスパッタリングによってマスクデポ（マスク  
15 蒸着）して、140nm厚の所望のパターンを有する T F T 素子駆動用の光反射性画素電極 3 7 の対向電極 4 5 を形成した。そして、その上に配向膜 4 6 を形成し、カラーフィルタ基板 4 7 とした。

また、このときに用いられたカラーフィルタ 4 4 は、偏光板を利用した高コントラスト表示モードに適した明度になるように適正に設計されている。具体的には、カラーフィルタ基板 4 7 の透過率は、ブラックマトリックス 4 8 が配置されない部分の面積の割合（開口率）が 9 5 % の  
20 場合に Y 値で 5 3 % に設定されている。

このように準備された T F T 素子基板 4 2 及びカラーフィルタ基板 4 7 に対し、ラビング法による配向処理、液晶層 2 0 の厚さを保持するた

めのプラスチックスペーサー（図示せず）の散布、及び周縁部のシール配置を施した。これら処理を施したTFT素子基板42及びカラーフィルタ基板47を対向配置し、位置合わせのうえ、加圧下にて周縁シールを硬化させ、液晶注入用液晶セルを準備した。次に、液晶注入用液晶セルに対し、誘電異方性 $\Delta\epsilon$ が正である液晶材料を真空注入法にて導入し、液晶材料を加圧下にて硬化させて封止し、液晶層20を形成した。

以後、液晶表示装置の方位の表現は、液晶表示装置に正対する観察者の上下左右方向を時計の文字盤の向きで、上方位を12時方位として記載する。

上記カラーフィルタ基板47の液晶層20と反対側には、ポリカーボネート製の延伸フィルムからなる光学位相補償板27及び光学位相差補償板28が設けられている。さらに、光学位相補償板27及び光学位相差補償板28の上には、偏光板29が配置されている。

本実施例の偏光板29、光学位相差補償板27、及び光学位相差補償板28の配置は、上記実施例2Aと同様、図10に示すように設定した。ここで、カラーフィルタ基板47上の配向膜38の配向処理方位30は液晶表示装置の3時方位になるように作製している。

また、液晶層20としては、液晶材料導入後に4.0～5.0 $\mu\text{m}$ の層厚になるよう調整された液晶層を用いた。液晶層20の層厚は、光反射性画素電極38の凹凸のため、位置によって異なる値をもつ。液晶としては、 $\Delta n$ が0.0667の液晶を用い、その複屈折率差と液晶層厚との積が概ね300nmになるように設定した。

さらに、このようにして作製された液晶表示パネルの周囲に駆動用回路を実装し、液晶表示装置とした。

また、比較のため、図 1 4 に示すような反射型液晶表示装置 5 0 も作製した。この反射型液晶表示装置 5 0 が、反射型液晶表示装置 4 9 と異なる点は、光反射性画素電極 3 7 を有する T F T 素子基板 4 2 の代わりに、突起 3 9 ・ 4 0 を形成せずに平坦な反射板とした光反射性画素電極 1 3 7 を有する T F T 基板 4 3 から構成されることだけであり、その他は反射型液晶表示装置 4 9 と同様にして作製したものである。

反射型液晶表示装置 4 9 では、光反射性画素電極 3 7 が液晶層 2 0 の近くに配置されているので、視差がなく、良好な高解像度表示が実現された。また、光反射性画素電極 3 7 に付与した凹凸形状により光が反射されるので、光反射性画素電極 3 7 上に観察者の顔が映り込むことがなく、良好な白表示を実現できた。さらに、散乱性を有するものが液晶表示装置の前面に配置されないで、良好な暗状態を示し、それらのため、高コントラスト比の表示となった。

また、高明度のカラーフィルタ 4 4 を使用したので、偏光板 2 9 を利用した表示であっても十分な明度が確保できる。このため、暗状態の反射率が低く、この暗状態に選択された色要素による反射光が明状態に選択された色要素の反射光とともに観察されて色純度が悪化することがない。これにより、カラーフィルタ 4 4 が高明度で彩度が低いにもかかわらず、カラーフィルタ 4 4 の色再現範囲を損なうことのない良好な色再現性が得られた。

また、各画素に印加される電圧が暗状態と明状態との中間状態に設定されることによって、中間調の再現にも問題が生じない。したがって、カラーフィルタ 4 4 の各色の中間色彩の表現にも問題が生じない。また、実際の駆動においても、応答速度は動画再現に問題無いことが確認され

た。

これに対して、反射型液晶表示装置 5 0 においては、反射型液晶表示装置 4 9 と同様に、反射性画素電極 1 3 7 の液晶層 2 0 が近くに配置されているので、視差がなく、良好な高解像度表示が可能である。しかしながら、反射性画素電極 1 3 7 は平坦であるため、そのままでは、明状態において鏡面性の反射をし、反射性画素電極 1 3 7 上に観察者の顔が映り込んだ。このため、散乱性フィルム 5 1 を偏光板 2 9 に付与し、映り込みを防止するとともに、鏡面性の明表示を白表示にする必要があった。

この散乱フィルム 5 1 の選択に際し、広い視域で十分な明度が得られるものは、散乱性が強すぎて解像度が悪化するなど、十分な視認性が得られない。また、散乱性の弱いものを選択した場合、明度が不十分で、鏡面性が高くなり、視認可能な範囲が狭く、実用性に乏しかった。いずれの場合も、反射型液晶表示装置 4 9 と比較して、散乱性を有するものが反射型液晶表示装置 5 0 の前面に配置されたため、暗状態は照明光が直接散乱して、コントラスト比が悪化した。また、散乱のために解像度が悪化し、視認性が悪化した。

さらに、散乱フィルム 5 1 を偏光板 2 9 と光学位相差補償板 2 8 との間に配置し、散乱フィルム 5 1 から直接散乱して観察される光の低減を試みた。しかし、同様に、散乱性が高い散乱フィルム 5 1 を用いるとコントラストが悪化する一方、散乱性が低い散乱フィルム 5 1 を用いると鏡面性が強く、いずれでも十分な視認性が得られなかった。

また、反射型液晶表示装置 5 0 においては、反射型液晶表示装置 4 9 に使用したのと同様の高明度のカラーフィルタ 4 4 を使用したが、色再

現性についても、散乱フィルム 51 の直接散乱光のために、反射光が明状態に選択された色要素の反射光に影響して色純度が悪化した。したがって、反射型液晶表示装置 50 の色再現性は、反射型液晶表示装置 49 に比較して、カラーフィルタ 44 の色再現範囲が大きく悪化し、色純度が悪化した。

反射型液晶表示装置 49 と反射型液晶表示装置 50 との比較によって、滑らかな凹凸形状を有する反射性画素電極 37 が、解像度、明度、コントラスト、及び色純度を確保するために効果的であることが確認された。

以上のように、本実施例によれば、多階調表示可能で、動画表示の可能な、良好な色再現範囲を確保した反射型液晶表示装置が、実用的な作製法により実現できた。

#### 〔実施例 2 C〕

実施例 2 C として、実施例 2 B の反射型液晶表示装置において、光反射性画素電極 37 として面内に異方性を有するような凹凸形状の光反射膜を作製することによって明度の向上を図り、さらにその明度の高い方位に液晶層 20 の傾斜視角の良好な方位を向けた実施例について説明する。

実施例 2 C では、実施例 2 B で作製した反射型液晶表示装置における光反射性画素電極 37 の凹凸形状が、光反射性画素電極 37 の形成された平面内の方位（即ち、第 1 の基板 33 内の方位）によって異なる凹凸形状となるように、実施例 2 B と異なるパターンを作製することにより、反射型液晶表示装置を作製した。

本実施例においては、上記条件を満たすパターンとして、図 15 の要部拡大平面図に示すように、円形ではなく楕円形で、異方性を有する凹

凸形状を作製した。この凹凸形状を有する反射板（光反射性画素電極 37）のみの反射特性を、図 16 に示すような測定系の配置で測定した。つまり、図 16 に示すように、反射板に対して照明光を  $30^\circ$  傾斜方位から入射させ、反射板面の法線方位に向かう反射光強度を、その光源を  
5 回転させながら測定し、これにより反射の異方性を測定した。

その結果は、図 17 に示すようなものであった。この結果より、特定の方位からの光を効率よく液晶表示装置正面に向けていることが確認された。ただし、測定に際しては、液晶材料の屈折率が空気とは大きく異なることを考慮し、反射板上に屈折率 1.516 のインマージョン (immersion) オイル（マッチングオイル）を滴下し、その上から透明なガラス板を貼着して測定した。また、測定値は、MgO からなる標準拡散板（標準白色板）を反射板と同様の条件で測定した場合の値を 100% と  
10 して換算することにより得られたものである。

なお、図 17 において、曲線 17-1 は本実施例の異方性拡散性反射板（光反射性画素電極 37）の測定換算値であり、曲線 17-2 は実施例 2B で用いたものと同様の拡散性反射板（光反射性画素電極 37）を同様の条件で測定することにより得られた測定換算値である。  
15

この結果、図 17 に示すように、本実施例の凹凸形状の平均周期が反射板面内で変化しているような方向性（異方性）の反射板（光反射性画素電極 37）による曲線 17-1 では、照明光の入射方位  $\phi$  の変化に伴って、反射明度（反射光強度）が大きく変化している。これに対して、実施例 2B の凹凸形状に異方性がない反射板（光反射性画素電極 37）による曲線 17-2 では、その照明光の入射方位  $\phi$  の変化に伴う反射明度（反射光強度）の変化がそれほど大きくない。  
20



これらのことから、本願発明者らは、反射明度を高めるために、本実施例にて用いた反射板（光反射性画素電極 37）のように、平均凹凸周期が反射板面内の方位によって変化するような方向性（異方性）が有力な手段となることを見い出した。さらに、図 17 より、 $\phi = 90^\circ$ 、 $270^\circ$  の方位が凹凸形状の平均周期の短い方位であり、平均周期の短い方位からの照明光の反射明度が高いことが確認された。

このような特徴を有する反射板（光反射性画素電極 37）を備えた TFT 素子基板 42 と、実施例 2B と同様に作製されたカラーフィルター基板 47 とに、実施例 2B と同様の配向膜 38・46 を形成し、ツイスト角が  $70^\circ$  となうように配向処理を行い、これ以降は実施例 2B と同様にして、本実施例の反射型液晶表示装置を作製した。

このような凹凸形状の反射板（光反射性画素電極 37）を持つ本実施例の反射型液晶表示装置を、正面方向から目視観察したところ、上記実施例 2B のものより、さらに明度の高い表示が実現され、異方性凹凸形状の明度向上効果が発現した。このとき、反射明度が高いのは、12 時方位と 6 時方位から照明光が入射した場合であった。さらに、正面方位から照明し、傾斜方位から観察した場合においても、同様に 12 時方位と、6 時方位で明度が高かった。

さらに、この液晶表示装置に正面方位から照明光を入射させ、正面より  $45$  度傾斜したさまざまな方位から観察したところ、明度の高い観察方位からは、傾斜に伴う表示変化は特に感じられなかった。

以上のように、本実施例によれば、本発明の偏光板と光学位相差補償板と液晶変調層（液晶層）とにより得られる高いコントラスト比を生かした高品位表示が可能になった。

なお、本発明の液晶表示装置の主たる使用環境に合わせて本実施例で用いた反射板（光反射性画素電極 3 7）の異方性凹凸形状の方位を他の方位に設定することも可能であることは言うまでもない。また、その場合には、液晶層 2 0 の液晶配向と、偏光板 2 9 及び光学位相差補償板 2 7・2 8 の設定角とを、高明度で傾斜視野角特性の良好な方位に向けることにより、高明度で傾斜視野角特性の良好な表示が可能になる。

〔実施例 2 D〕

実施例 2 D として、実施の形態 2 の液晶表示装置において、低分子の液晶組成物と液晶性配向を固定して得られた配向高分子との複合分散体により液晶層を構成した実施例について説明する。

本実施例で作製した液晶表示装置の概略構造は、前述の図 9 に示した通りである。ここで、電極 2 6 は、平面状のアルミニウムからなる反射性の電極（光反射手段）2 6 とした。また、液晶層 2 0 は、電圧に応答する低分子液晶と、電圧に応答しない液晶性配向が固定された高分子との複合分散体からなるものとした。

次に、本実施例の液晶層 2 0 の作製及び構成について、さらに詳細に説明する。

まず、誘電異方性が正の液晶組成物、プレポリマー（prepolymer）及び重合開始剤を混合して液晶層 2 0 の形成材料とした。ここで用いた液晶組成物は、通常の TFT 用途に用いられている液晶組成物であって、その複屈折率差  $\Delta n$  が 0.07 に調整されたものである。ここで用いたプレポリマーは、常温で液晶性を有し、その液晶配向を重合後の高分子においても保持する性質を有している。また、プレポリマーの複屈折率差  $\Delta n$  は 0.12 である。液晶層 2 0 の形成材料における各成分の混合割

合は、液晶組成物 85 重量%、プレポリマー 14 重量%、及び重合開始剤 1 重量%とした。

その後、この混合物を加熱して一様に混合させるとともに等方相に相転移させ、その温度を保持したまま液晶セルに導入し、さらに、温度を  
5 降下させ、一様な液晶配向を得た。このとき、液晶層 20 のツイスト角は、前述の図 10 に示したように、 $70^{\circ}$  に設定している。さらに、液晶層は、層厚が  $4\mu\text{m}$  となるように作製した。

次に、この液晶配向している液晶・プレポリマー混合物に対し、室温にて紫外光を照射した。これにより、微細な相分離構造を有する液晶・  
10 高分子複合分散体を得られた。このときの紫外線照射量は、 $2000\text{ mJ/cm}^2$  であった。

このように作製したこの複合分散体は、電圧を印加していない状態では散乱は見られず、電圧印加状態で散乱が見られた。また、この複合分散体は、電極 26 の反射性のために、電圧を印加するにしたがい、鏡面  
15 から白色へと変化した。

この複合分散体だけでは、電圧印加されていないときに表示面が鏡面となるため、黒が表示できない。このため、実施例 2A と同様に、さらに、本発明の積層位相差板及び偏光板を配した。これらの光学素子の配置は、前述の図 10 に示す通りである。

20 このように作製された液晶・高分子複合分散体からなる液晶層 20 に、実施例 2A と同様に、積層位相差板（光学位相差補償板 27・28）と偏光板とを配し、液晶表示装置を作製し、その反射光強度を測定した。

このときの測定は、上記実施例 2B の図 12 に示したのと同様の配置によって鏡面反射率の測定を実施し、さらに図 18 に記載の配置によっ

て非鏡面配置での反射率の測定を実施した。すなわち、非鏡面配置での測定は、図 1 8 に示すように、照明光源からの光を被測定素子（液晶表示装置）に照射し、被測定素子から面方向に対して垂直方向への反射光を受光機で受光するようにして行った。なお、これら照明光源、被測定素子、及び受光機は、照明光源からの入射光と被測定素子からの反射光とのなす角が 3 0 度となるように配置した。

その測定結果として、反射率の印加電圧依存性を、図 1 9 (a) 及び (b) に示す。なお、図 1 9 (a) は、鏡面反射の配置のときの測定結果を示し、図 1 9 (b) は非鏡面配置での測定結果を示す。また、非鏡面の配置において、液晶表示装置に入射させる照明光の方位は、液晶表示装置を図 1 8 に示す被測定素子の位置に設置し、その中で液晶表示装置を表示面内で回転させて最も明度の高い方位にて行った。そして、鏡面反射率の測定における鏡面反射率は、光学位相差補償板 2 7・2 8 を使用せずに、偏光板 2 9 を液晶未注入の液晶セルに貼着した値を 1 0 0 %とした換算値である。また、非鏡面配置での反射率の測定における反射率は、同配置で測定された M g O からなる標準白色板の反射率を 1 0 0 %とした換算値である。

図 1 9 (a) 及び図 1 9 (b) から、鏡面反射光と非鏡面の反射光とは、ともに液晶表示装置への印加電圧に対して同じ傾向の上昇曲線を示した。

また、液晶と高分子との複合分散体からなる液晶層 2 0 から構成される本実施例の構成と、液晶のみからなる液晶層 2 0 から構成される上記実施例 2 A とは、液晶層 2 0 の構成が異なる。そこで、これらの特性を比較すると、本実施例の図 1 9 (a) の反射率は、上記実施例 2 A の図

1 1の反射率よりも、全体的に低くなっている。これは、本実施例では、液晶表示装置からの反射光における、液晶層20内の高分子の散乱によって受光機に入らずに他の方位に進行する光の割合が、電圧の上昇とともに増加するので、反射明度が弱くなっているためと考えられる。

5 また、図19(b)の曲線は、MgOからなる標準白色板に比較して明るい状態が電圧を印加すると実現することを示している。

さらに、本実施例の目視観察においては、印加電圧1.5Vのとき、暗状態になり、鏡面反射が少なく、周囲が映り込むことはなかった。また、印加電圧6Vにおいては、白い表示が実現し、周囲の光源が表示面に  
10 に映り込まない限り、鏡面性は目視では感じられなかった。そして、光源が映り込んだ場合でも、その鏡面反射光には特に色が着かないことが確認された。また、目視では、明度が入射光の方位角に依存しているが、実用上問題のない程度の明度差であった。

以上のように、本実施例では、本発明の積層位相差板（光学位相差補償板27・28）を、液晶・高分子複合体からなる液晶層20を備える  
15 液晶表示装置に採用した。これにより、良好な暗状態を提供し、かつ良好な明状態を提供し、また散乱光によって良好な白表示を実現できた。

#### 〔実施例2E〕

実施例2Eとして、実施の形態2の液晶表示装置において、液晶層2  
20 0の液晶として負の誘電異方性をもつ液晶を用い、入射光側の基板23だけにラビング処理を施し、液晶にキラルドーパント(chiral dopant)を混入し、液晶の自然ピッチをp、液晶層20の厚みをdとしたときの $|d/p|$ を0.33と設定した液晶層20から構成される液晶表示装置の実施例について説明する。

まず、上記液晶表示装置における表示の動作原理から説明する。

基板間に垂直配向したキラルネマティック液晶を挟持すると、ある条件の下では液晶分子は垂直配向する。これは公知の現象である。

液晶層 20 の厚さを  $d$ 、液晶の自然ピッチを  $p$  とすると、理論的な解析により、 $d$  及び  $p$  が次式 (2) を満足する場合に、垂直配向性を示すことが分かっている。液晶の自然ピッチには、左回りと右回りとがあり、ここでは左回りを  $-$ 、右回りを  $+$  の符号で表す。

$$|d/p| < K_3 / (2 \times K_2) \cdots (2)$$

ここで、 $K_2$  及び  $K_3$  は、それぞれ、液晶の配向ベクトルのねじれ及び曲がりに対応するフランク (Frank) の弾性定数である。 $K_3 / K_2$  は、一般的に 2 付近の値となるので、 $d$  及び  $p$  は  $|d/p| < 1$  を満たす必要がある。この条件を満足した場合、液晶分子は垂直配向し、液晶表示装置の法線方向に進む光に対して複屈折を持たなくなる。そのため、本発明による積層位相差板 (光学位相差補償板 27・28) を用いた直線偏光をこの液晶層 20 に入射すると、その入射光は、偏光の変化を伴わずに反射性の電極 26 に到達する。このため、良好な明状態が実現される。

また、電圧印加した場合、液晶は、基板法線方向から傾斜し入射した直線偏光の偏光状態を変化させる。これが円偏光である場合に、良好な暗表示を実現できる。本発明者等は、鋭意検討した結果、液晶層 20 の  $|d/p|$  及びリタデーションがある数値範囲を満たした場合のみ、入射した直線偏光を円偏光に変換できることを見出した。

本実施例で作製した液晶表示装置は、図 24 に概略構造を示すように、実施の形態 2 の液晶表示装置において、光学位相差補償板 27 と基板 2

3 との間に視野角補償板 6 1 を挿入した構造となっている。

ここで、電極 2 6 は、平面状のアルミニウムからなる反射性の電極 2 6 とした。また、配向膜 2 1 には、ポリイミド系の垂直配向膜を用い、配向膜 2 1 をラビングすることによりチルト角を形成した。なお、チルト角は、基板 2 3 の法線方向から 2 度傾斜している。本実施例では、一方の基板 2 3 のみラビング処理したが、上下の基板 2 3 ・ 2 4 とともにラビング処理を施しても、均一な配向が得られることを確認している。

本発明において、配向膜 2 1 (及び 2 2) として使用できるのは、液晶層 2 0 に含まれる液晶分子を絶縁性の基板 2 3 (及び 2 4) に対して垂直に配向させうる膜、すなわち垂直配向膜である。垂直配向膜は、前記性質を有するものであれば、公知のものをいずれも使用することができる。垂直配向膜としては、例えば、長鎖アルキル基がポリイミド骨格に結合した構造を有する材料が挙げられる。具体的には、垂直配向膜として、J A L S - 2 0 3 (日本合成ゴム社製)、S E - 7 5 1 1 L (日産化学社製) 等のポリイミド系樹脂が挙げられる。

配向膜 2 1 (及び 2 2) の厚さは、0. 0 5 ~ 0. 1  $\mu$  m 程度である。配向膜 2 1 (及び 2 2) の形成方法としては、例えば、ポリマーを溶かした溶液を、スピンコーティング(スピナー塗布法)、浸漬塗布法、スクリーン印刷法、ロール印刷法等により塗布し、乾燥させて形成する方法が挙げられる。また、ポリマーの前駆体溶液を、前記と同様の方法により塗布し、所定の硬化条件(加熱、光照射等)で硬化させて形成する方法も使用することができる。さらに、ラングミュア-ブロッジット(Langmuir-Blodgett) 法で形成することもできる。

次に、液晶層 2 0 に使用することができる液晶は、負の誘電異方性(

n型)を有するネマティック液晶であれば、特に限定されない。例えば、Z L I - 2 8 5 7、Z L I - 4 7 8 8、Z L I - 4 7 8 8 - 0 0 0 (いずれもメルク・ジャパン株式会社製)等が挙げられる。また、液晶層 20 の厚さは、3 ~ 12  $\mu$ m が好ましい。

- 5      キラルドーパントを液晶に添加することにより、 $|d/p|$ を所望の値に調整することができる。上記キラルドーパントとしては、公知のものをいずれも使用することができ、例えば、S - 8 1 1 (メルク・ジャパン株式会社製)、コレステリルナノエート等が挙げられる。なお、液晶表示装置の使用温度範囲が広範囲となる場合には、らせんねじり力 (10      ヘリカルツイスティングパワー) の温度依存性の正負がこれらと逆であるキラルドーパントを使用してもよい。このようなキラルドーパントとしては、例えば、S - 1 0 1 1 (メルク・ジャパン株式会社製)等が挙げられる。

- 本実施例では、液晶層 20 の液晶として、誘電異方性が負であるメルク社の Z L I - 2 8 5 7 を用い、キラルドーパントとしてメルク社の S - 8 1 1 を液晶に添加した。液晶セルは、液晶導入後に液晶層 20 の厚みが 4.5  $\mu$ m になるように調整した。Z L I - 2 8 5 7 の  $\Delta n$  は 0.074 であるので、これにより液晶層 20 の厚みと複屈折率差の積  $\Delta n d$  は 333 nm に設定された。液晶のピッチ p と液晶層 20 の厚み d と (20      の比である  $|d/p|$  の値を 0.33 に設定したので、初期状態で、液晶分子は垂直配向する。上記液晶としては、誘電異方性が負であること以外は通常の液晶物性を有する T F T 用途に用いられている液晶組成物が使用できる。

本実施例の偏光板 29、光学位相差補償板 27、及び光学位相差補償



板 2 8 の配置は、図 2 5 に示すように設定した。なお、図 2 5 において、矢印 3 2 は偏光板 2 9 の透過軸方位、矢印 8 は光学位相差補償板 2 8 の遅相軸方位、矢印 9 は光学位相差補償板 2 7 の遅相軸方位、矢印 3 0 は基板 2 3 上に形成された配向膜 2 1 に接触する即ち配向膜 2 1 近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示す。図 2 5 は、液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。

そして、これらの配置関係は、図 2 5 に示すように、偏光板 2 9 の透過軸方位 3 2 と光学位相差補償板 2 7 の遅相軸方位 9 とのなす角度  $\theta 1$  を  $104^\circ$ 、偏光板 2 9 の透過軸方位 3 2 と光学位相差補償板 2 8 の遅相軸方位 8 とのなす角度  $\theta 2$  を  $7^\circ$ 、基板 2 3 上の液晶分子の配向方向 3 0 と偏光板 2 9 の透過軸方位 3 2 とのなす角度を  $41^\circ$  としたものである。なお、光学位相差補償板 2 7・2 8 の材質は、実施例 2 A の場合と同様である。

これらの光学位相差補償板 2 7・2 8 の配置は、作製後の液晶表示装置の正面方位に対する光学特性を良好にする配置であるが、液晶層 2 0 と合わせて傾斜方位からの観察による特性を考慮して設計を変更することも可能である。本発明の積層位相差板（光学位相差補償板 2 7・2 8）の設定角条件を成立させつつ傾斜方位への透過光に対する光学位相差補償板 2 7・2 8 の位相差を変化させる設計は、例えば、一軸性である光学位相差補償板 2 7 及び 2 8 の少なくとも 1 枚を二軸性の光学位相差補償板に変更することで可能となる。

本実施例では、さらに視野角補償板 6 1 を設置し、視野角特性の改善をしている。視野角補償板 6 1 の設置により、本実施例の液晶表示装置は、ノーマリーホワイト・モードとなり、明るい表示が可能となる。

偏光板 2 9 は、誘電体多層膜による A R 層を有し、単体での内部透過率が 4 5 % である。

5 以上の本実施例の構成の液晶表示装置について、反射率の印加電圧依存性を図 2 6 の曲線 2 6 - 1 に示す。この反射率は、実施例 2 A と同様に図 1 2 に示す測定器の構成により測定した。

図 2 6 から、0 V から 2 V の印加電圧で、高い良好な反射特性が得られていることがわかる。ただし、グラフの縦軸は、偏光板 2 9 のみの反射率を 1 0 0 % として換算した反射率である。液晶表示装置の反射率としては、最大約 9 0 % の値が得られた。また、 $|d/p|$  を 0 . 3 3 に  
10 設定することにより、暗状態に色付きの生じない良好な黒表示が可能となった。電圧無印加時の白表示に関しても、視野角補償板 6 1 により表示反転のない視野角の広い良好な白表示が実現され、コントラスト比 2 0 が得られた。

15 以上、電極 2 6 として平面反射板を用い、配向膜 2 1 のみにラビング処理を施した場合について説明したが、配向膜 2 1 かつ 2 2 にラビング処理を施した場合にも、同様の効果が得られることが確認された。

さらに、電極 2 6 に代えて、実施例 2 B の凹凸反射板（光反射性画素電極 3 7）や、実施例 2 C の異方性凹凸反射板（光反射性画素電極 3 7）を用いても、同様な効果が得られることが確認された。

20 本実施例では、一例として  $|d/p|$  が 0 . 3 3、液晶層 2 0 のリタデーションが 3 3 3 n m の場合を説明した。しかしながら、これらは、この値に限定されるものではない。 $|d/p|$  の値が 0 より大きく 0 . 5 より小さく設定され、液晶層 2 0 における液晶の複屈折率差と液晶層 2 0 の厚みとの積が 2 0 0 n m 以上 5 0 0 n m 以下であれば、同様な効

果が発揮できることが確認された。

以上のように、本実施例によれば、本発明による積層位相差板（光学位相差補償板 27・28）を誘電異方性が負の液晶を用いた垂直配向方式に適用し、良好な表示特性を実現できた。

5     〔実施例 2 F〕

実施例 2 F として、実施例 2 E の液晶表示装置において、配向膜 21 及び 22 上にラビング処理は施さず、完全な垂直配向とした。配向膜 21 及び 22 には、ポリイミド系の垂直配向膜を用いた。また、電極 26 には、実施例 2 B に記載の滑らかな凹凸反射板（光反射性画素電極 37）を用いた。

本実施例の液晶表示装置の電圧－反射率を測定したところ、実施例 2 E の場合とほぼ同様な結果が得られた。また、上記液晶表示装置は、コントラスト比が 20 であり、偏光板 29 のみの明るさを 100% としたときの明るさが 90% となり、良好な白黒表示が可能であることが確認された。

本実施例の構成では、配向膜 21 及び 22 上にラビング処理を施さなくとも、配向不良は見られなかった。このことより、ラビング処理工程が省略できるというメリットがある。

〔実施の形態 3〕

20     実施の形態 3 として、本発明の液晶表示装置のさらに他の実施形態について説明する。

本実施形態の液晶表示装置は、偏光手段として偏光板に代えて偏光ビームスプリッタを用いて直線偏光を光学位相差補償板及び液晶層に入射させ、その反射光を投射して表示する反射光投射型の液晶表示装置であ

る。

本実施形態の反射光投射型液晶表示装置の光学配置について、その概略構成を図 20 に示す。図 20 に示すように、実施の形態 1 にて前述したのと同様の光学位相差補償板 56 及び光学位相差補償板 57 からなる積層位相差板が、反射型液晶表示装置 58 の基板 59 における外側（表示面側）に配置されている。

上記積層位相差板における光学位相差補償板 57 側（基板 59 側）には、可視光であり同一の振動面を有する直線偏光を光学位相差補償板 57 に入射させる偏光ビームスプリッタ（偏光手段）55 が配置されている。

図 20 に示すように、投射光源 52 は、リフレクター 53 と協働して、略平行光 54 を発生する。特に記載はしないが、照明光の均一性を高めるため、インテグレータ等を使用してもよい。この照明光は、偏光ビームスプリッタ 55 によって s 偏光のみが反射される。このようにして反射された直線偏光は、光学位相差補償板 56 及び光学位相差補償板 57 からなる積層位相差板を透過し、波長毎に異なった方位を持つ直線偏光になり、反射型液晶表示装置 58 に入射される。この反射型液晶表示装置 58 は、反射板により反射型表示を実現するものであり、電圧が印加されていない状態で垂直配向した液晶層を有していてもよく、また、基板に対して平行配向で振れた液晶配向を有する液晶層を有していてもよい。

そして、その液晶表示装置 58 の液晶層に入射された光は、液晶表示装置 58 の反射板によって反射され、再び液晶層を通過する。さらに、液晶層を通過した光は、液晶層の偏光変換作用を受け液晶表示装置 58

に入射されたのと逆の方向から、光学位相差補償板 5 7 及び光学位相差補償板 5 6 を通過した後、再び偏光ビームスプリッタ 5 5 に入射される。さらに、偏光ビームスプリッタ 5 5 に入射された光のうち、この偏光ビームスプリッタ 5 5 の透過成分である p 偏光の成分が、光学系 6 1 を通過してスクリーン 6 2 に拡大投影される。観察者は、スクリーンの投射側から観察してもよく、また、スクリーンが透光性であって、スクリーンの背後からの投射光を観察してもよい。

この構成で用いる液晶層の駆動手段は、特には限定しないが、T F T、M I M (metal insulator metal) 等を用いたアクティブ駆動であってもよく、光導電層を利用した液晶ライトバルブ等であってもよい。

このような偏光ビームスプリッタ 5 5 を用いた反射光投射型液晶表示装置も、本発明の積層位相差板（光学位相差補償板 5 6 ・ 5 7）の設定により、効率の改善が可能である。この場合、上記直視型反射液晶装置に対して、明状態と暗状態とが反転する。このため、投射型液晶装置にとって重要な暗状態は、反射板上での偏光状態が、可視波長範囲で良好な直線偏光であるかどうか依存している。そして、液晶層部分の複屈折が実質的に消滅している配向状態においては、光学位相差補償板 5 6 ・ 5 7 を使わない場合に実現する暗状態と同様の暗状態が、本発明の積層位相差板（光学位相差補償板 5 6 ・ 5 7）にて実現できる。したがって、暗状態は、光学位相差補償板 5 6 ・ 5 7 を使うかどうか依存しない。

明状態は、反射板上で円偏光になっている波長範囲を広く取れるように本発明の光学位相差補償板（積層位相差板 5 6 ・ 5 7）の設計を、前記式（1）の範囲内で変更することにより、光学位相差補償板 5 6 ・ 5

7を使用しない場合に比較して、明度の高い波長範囲が拡大される。つまり、暗状態を悪化させることなく、明状態の効率を上昇させ、高効率の投射型液晶表示装置を実現することが可能となる。

また、投射光学系（光学系 6 1 及びスクリーン 6 2）を用いる代りに、  
5 視度調整用の光学系を用い、観察者が偏光ビームスプリッタ 5 5 の 6 3  
で示す位置から液晶パネルを観察する構成とすることによって、ヘッド  
マウントディスプレイの作製が可能である。

この場合、照明光も適当なものに選択されることは言うまでもない。  
なお、このようなヘッドマウントディスプレイに本発明を採用したもの  
10 については上記のとおり投射型液晶表示装置と大きく変更点はないので、  
以下の実施例においては投射型液晶表示装置のみについて説明する。

### 〔実施例 3〕

実施例 3 として、液晶層にツイストした誘電異方性が正の平行配向液  
晶を用い、かつ、偏光ビームスプリッタを用いた本発明に係る実施の形  
15 態 3 の投射型の液晶表示装置の実施例について説明する。

本実施例の液晶表示装置の概略構造は、前述の図 2 0 に示すように、  
偏光ビームスプリッタ 5 5 の液晶表示装置（液晶セル）5 8 に対向する  
面に、積層位相差板（光学位相差補償板 5 6 ・ 5 7）を配置したもので  
ある。

20 この偏光ビームスプリッタ 5 5 を用い、図 1 8 に記載の光学素子の配  
置による本実施例の反射光投射型液晶表示装置を作製した。なお、本実  
施例で用いた液晶表示装置 5 8 は、液晶層の効率を調べるための評価用  
素子であり、液晶層を挟持する配向膜と電極とが支持基板上に作製され  
た液晶素子であり、特にアクティブ素子等は配置されていない。

また、この液晶表示装置 5 8 の構成は、前述の図 9 に示したものとほぼ同様の構成である。すなわち、光透過性の基板 5 9 には透明電極が形成され、基板 6 0 にはアルミニウムの反射性電極が形成されている。また、透明電極及び反射性電極上に配向膜が形成され、それらの配向膜によって液晶層が挟持されている。

本実施例の偏光ビームスプリッタ 5 5、光学位相差補償板 5 6、及び光学位相差補償板 5 7 の配置は、図 2 1 (a) に示すように設定した。なお、図 2 1 (a) において、矢印 8 は光学位相差補償板 5 6 の遅相軸方位、矢印 9 は光学位相差補償板 5 7 の遅相軸方位、矢印 3 0 は基板 5 9 上に形成された配向膜に接触する即ち基板 5 9 近傍の液晶分子の配向の方位、矢印 3 1 は基板 6 0 上に形成された配向膜に接触する即ち基板 6 0 近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示す。図 2 1 (a) は、液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。また、図 2 1 (a) の x 軸 (横軸) は、偏光ビームスプリッタ 5 5 による直線偏光の振動方向を示す。

そして、これらの配置関係は、図 2 1 (a) に示すように、光学位相差補償板 5 6 への入射直線偏光の振動方向 (横軸) と光学位相差補償板 5 7 の遅相軸方位 9 とのなす角度  $\theta 1$  を  $126^\circ$ 、直線偏光の振動方向 (横軸) と光学位相差補償板 5 6 の遅相軸方位 8 とのなす角度  $\theta 2$  を  $18^\circ$ 、基板 5 9 上の液晶分子の配向方向 3 0 と直線偏光の振動方向 (横軸) とのなす角度を  $16^\circ$  としたものである。

一方、比較のために、この偏光ビームスプリッタ 5 5 を用いて、本発明の積層位相差板 (光学位相差補償板 5 6・5 7) を使用しない比較用の反射光投射型液晶表示装置 (以下、比較例 3 の液晶表示装置と記す)

も作製した。比較例 3 の液晶表示装置の配置関係は、図 2 1 (b) に示すようにした。すなわち、基板 5 9 上の液晶分子の配向方向 3 0 と直線偏光の振動方向（横軸）とのなす角度を  $20^\circ$  とした。

また、本実施例の液晶表示装置も比較例 3 の液晶表示装置も、液晶層  
5 のツイスト角（基板 5 9 近傍の液晶分子の配向の方位 3 0 と、基板 6 0 近傍の液晶分子の配向の方位とのなす角）は、いずれも  $70^\circ$  とした。

つまり、本実施例の反射光投射型液晶表示装置の液晶表示装置 5 8 は、  
上記実施例 2 B の直視反射型液晶表示装置と同様である。また、液晶表示装置 5 8 の配置は、偏光ビームスプリッタ 5 5 の液晶表示装置 5 8 に  
10 対向する面に設置した光学位相差補償板 5 6・5 7 も含めて、実施例 2 B の直視反射型液晶表示装置と同様の配置になっている。そして、比較例 3 の液晶表示装置の配向は、本実施例の液晶表示装置と同様の液晶配向で、投射効率が最も良い方位に設定している。

なお、いずれの液晶層にも、液晶導入後に  $4.5\ \mu\text{m}$  の層厚になるよう  
15 う調整された液晶層を用い、液晶として複屈折率差  $\Delta n$  が  $0.0667$  のものを用い、液晶層厚と液晶の複屈折量との積を概ね  $300\ \text{nm}$  になるように設定した。

このように作製された反射光投射型液晶表示装置の液晶素子 5 8 への  
印加電圧による投射光強度の依存性を図 2 2 に示す。なお、図 2 2 にお  
20 いて、本実施例の液晶表示装置の測定結果を曲線 2 2-1、比較例 3 の液晶表示装置の測定結果を曲線 2 2-2 として示している。

図 2 2 に示す測定結果より、黒表示をしている電圧である  $3\ \text{V}$  においては、本実施例及び比較例 3 の液晶表示装置の投射光強度が同等であることが確認された。また、明表示をしている電圧  $1.3\ \text{V}$  においては、



本実施例の液晶表示装置の方が比較例 3 の液晶表示装置より投射光強度が高く、高明度になることが確認された。

さらに、液晶表示装置 5 8 の可視波長における各波長の光の投射効率を求めた。液晶表示装置 5 8 への印加電圧 1.3 V での前述の図 2 0 の位置 6 3 における光強度を、図 2 0 の位置 6 4 における光強度に対して  
5 相対値として求めた。これは、光源ランプの発光スペクトルの影響を除くためである。このようにして、積層位相差板（光学位相差補償板 5 6・5 7）を含む液晶部分の投射効率を求めた。

この結果を図 2 3 に示す。なお、図 2 3 において、本実施例による測定結果を曲線 2 3 - 1、比較例 3 の測定結果を曲線 2 3 - 2 として示し  
10 ている。

図 2 3 から、本実施例の液晶表示装置では、比較例 3 の液晶表示装置と比較すると広い波長領域で均等に近い投射効率を得られていることが分かる。すなわち、本実施例の液晶表示装置では、比較例 3 の液晶表示  
15 装置に比較して各波長で高効率な投射光強度が実現され、液晶表示装置の高効率化が実現されたことが確認された。

なお、本実施例の液晶表示装置が比較例 3 の液晶表示装置に比較して投射効率が改善することは、実際の T F T 等が作製された液晶素子を用いても同様であった。また、本発明の積層位相差板（光学位相差補償板  
20 5 6・5 7）により投射効率の改善が実現されることも同様である。

尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろ

いろと変更して実施することができるものである。

#### 産業上の利用可能性

5 本発明の積層位相差板によれば、以上の説明のように、反射板の反射膜形成面を液晶層側に設置する液晶表示装置を実現でき、良好な暗状態を実現できる。よって、視差がなく、高コントラスト及び高精細で動画の表示が可能な反射型液晶表示装置を実現できる。

10 さらに、本発明の積層位相差板を、反射光を投射する液晶表示装置やヘッドマウントディスプレイに採用すれば、投射効率の改善が可能となる。

また、本発明の液晶表示装置によれば、以上の説明から明らかなように、反射率が高く、かつ、コントラストが高い反射型液晶表示装置を実現できる。さらに、反射板の反射膜形成面を透明基板の液晶層側に設置することができ、良好な暗状態を実現できる。よって、視差がなく、高  
15 コントラスト及び高精細で動画の表示が可能である。それに加えて、液晶層が垂直配向しているため、特にコントラスト特性に優れている。

さらに、本発明の液晶表示装置に、高明度に調整されたカラーフィルタを用いれば、良好な色再現性を有した表示品位の高いカラー反射型液晶表示装置を実現することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 第1の光学位相差補償板及び第2の光学位相差補償板とが積層されてなる積層位相差板であって、

- 5 上記第1の光学位相差補償板は、その法線方向での波長550nmの透過光に対するリタレーションが100nm以上180nm以下であり、
- 上記第2の光学位相差補償板は、その法線方向での波長550nmの透過光に対するリタレーションが200nm以上360nm以下であり、
- 可視光であり同一の振動面を有する直線偏光が上記第2の光学位相差
- 10 補償板に入射されたときに、該直線偏光の振動方向に垂直な方向又は該直線偏光の振動方向と上記第1の光学位相差補償板の遅相軸方向とのなす角を $\theta_1$ とし、上記直線偏光の振動方向に垂直な方向又は該直線偏光の振動方向と上記第2の光学位相差補償板の遅相軸方向とのなす角を $\theta_2$ とすると、 $|\theta_1 - 2 \times \theta_2|$ の値が80度以上100度以下になる
- 15 ように上記第1の光学位相差補償板及び上記第2の光学位相差補償板が配置されている積層位相差板。

2. 第1の基板と、

透光性の第2の基板と、

- 上記第1の基板と第2の基板との間に挟持された液晶を含む液晶組成
- 20 物からなる液晶層とを備え、

請求項1に記載の積層位相差板が上記第2の基板における表示面側に配置された液晶表示装置であって、

上記積層位相差板における上記第2の光学位相差補償板側に設けられ、可視光であり同一の振動面を有する直線偏光を上記第2の光学位相差補

償板に入射させる偏光手段を有すると共に、

該偏光手段により上記第 2 の光学位相差補償板に可視光で同一の振動面を有する直線偏光が入射されたときに、該第 2 の光学位相差補償板、第 1 の光学位相差補償板、上記第 2 の基板、及び該液晶層を透過して液晶層から出射する光の少なくとも一部を反射させる光反射手段が設けられている液晶表示装置。

3. 上記液晶組成物が、正の誘電異方性を有し、

上記第 1 の基板と第 2 の基板との間での液晶のツイスト角が、60 度以上 100 度以下であり、

10 上記液晶層における液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、150 nm 以上 330 nm 以下である請求項 2 に記載の液晶表示装置。

4. 上記偏光手段が、偏光板である請求項 2 に記載の液晶表示装置。

5. 上記液晶組成物が、正の誘電異方性を有し、

15 上記第 1 の基板と第 2 の基板との間での液晶のツイスト角が、60 度以上 100 度以下であり、

上記液晶層における液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、150 nm 以上 330 nm 以下である請求項 4 に記載の液晶表示装置。

6. 上記光反射手段が、上記第 1 の基板における上記液晶層側に配置された導電性材料からなる光反射膜であり、

20 上記光反射膜が、滑らかで連続的に変化する凹凸形状表面を有する請求項 2 に記載の液晶表示装置。

7. 複数の突起部が、突起部及び第 1 の基板によって凸凹形状表面が形成されるように第 1 の基板における上記液晶層側の面上に設けられ、

上記凸凹形状の表面を平滑化する平滑化膜が、突起部上に形成され、

上記光反射手段が、上記平滑化膜上に設けられた導電性材料からなる光反射膜である請求項 2 に記載の液晶表示装置。

8. 上記光反射膜の有する凹凸形状表面が、第 1 の基板の面内の方位に依存する異方性を有する請求項 6 に記載の液晶表示装置。

5 9. 上記光反射膜の有する凹凸形状表面の凹凸の平均周期が、第 1 の基板の面内の方位によって異なる請求項 6 に記載の液晶表示装置。

10. 上記各突起部は、第 1 の基板の法線方向から見た形状が、同一の方向を長径とする楕円形である請求項 7 に記載の液晶表示装置。

11. 上記液晶層は、

10 印加された電圧に応じてその配向が変化する液晶と、

光学異方性を有し、印加された電圧に応じてその配向が変化しない高分子とが分散されてなる請求項 2 に記載の液晶表示装置。

12. 上記偏光手段が、偏光ビームスプリッタである請求項 2 に記載の液晶表示装置。

15 13. 上記液晶組成物が、正の誘電異方性を有し、

上記第 1 の基板と第 2 の基板との間での液晶のツイスト角が 60 度以上 100 度以下の範囲であり、

上記液晶層における液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、150 nm 以上 330 nm 以下である請求項 2 に記載の液晶表示装置。

20 14. 上記液晶組成物が、負の誘電異方性を有し、

上記液晶層における液晶が、電圧が印加されていない状態で上記第 1 の基板及び第 2 の基板に対して垂直に配向する請求項 12 に記載の液晶表示装置。

15. 液晶の自然ピッチを  $p$ 、液晶層厚を  $d$  としたときの  $|d/p|$

の値が、0より大きく0.5より小さくなるように設定されており、

上記液晶層における液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が、200 nm以上500 nm以下である請求項14に記載の液晶表示装置。

5 16. 上記光反射手段が、上記第1の基板における上記液晶層側に配置された導電性材料からなる光反射膜であり、

上記光反射膜が、その面内の方位に依存する異方性を有し、かつ、滑らかで連続的に変化する凹凸形状を有し、さらに、上記第2基板の透明電極を対向電極として液晶層への電圧印加電極として機能する請求項15に記載の液晶表示装置。

10 17. カラーフィルターをさらに備える請求項2に記載の液晶表示装置。

18. 視野角補償板をさらに備える請求項14に記載の液晶表示装置。

1 / 26

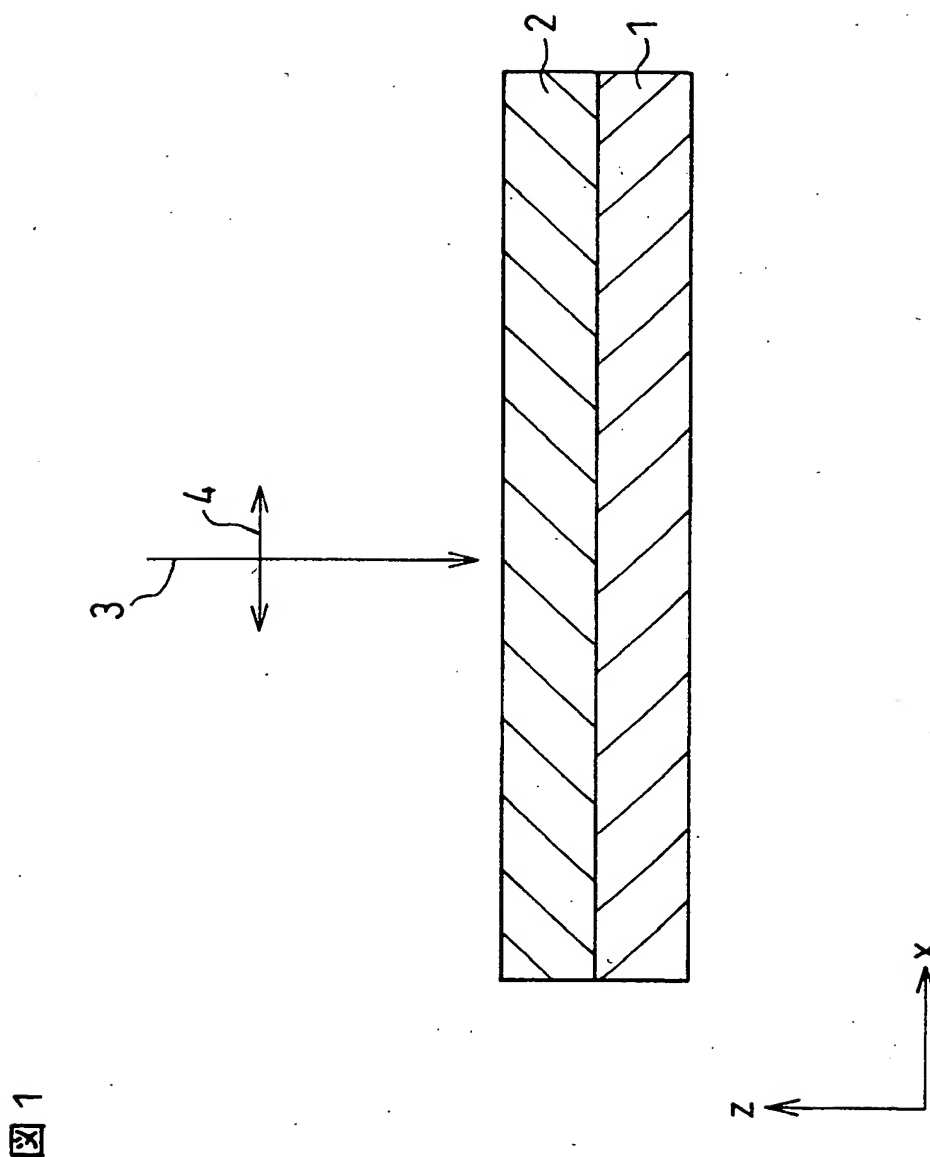


図 1

2/26

図 2(a)

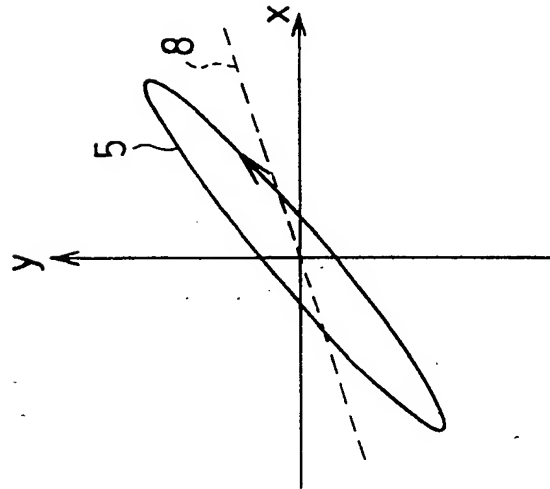


図 2(b)

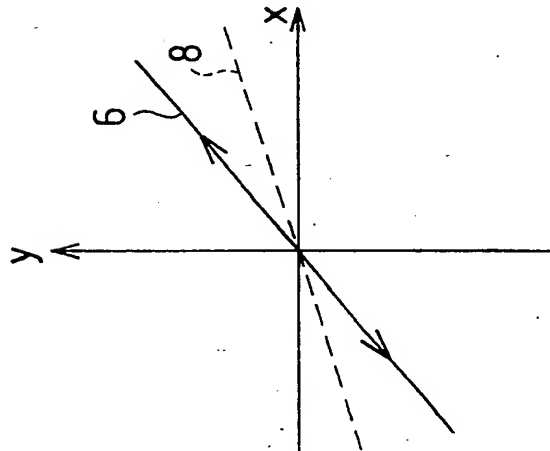
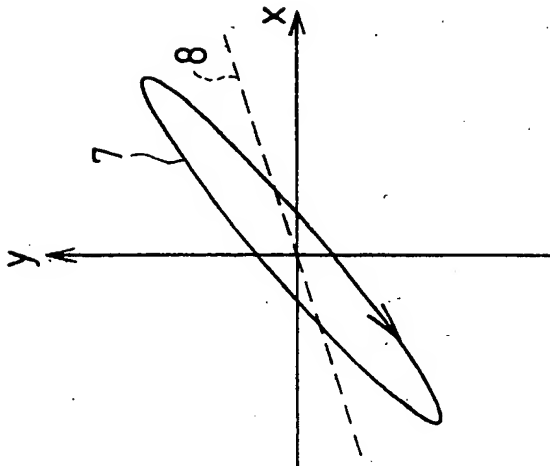


図 2(c)





3/26

図 3(a)

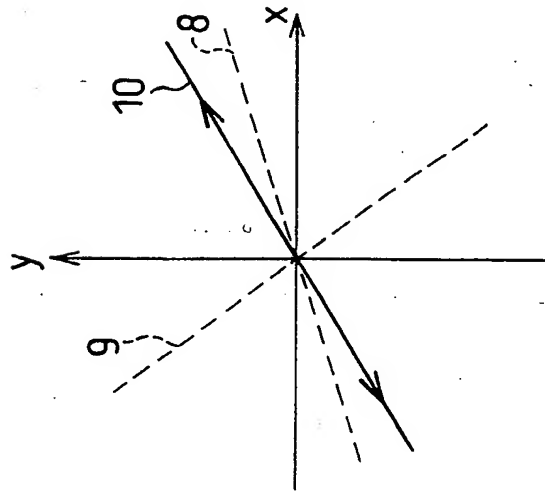


図 3(b)

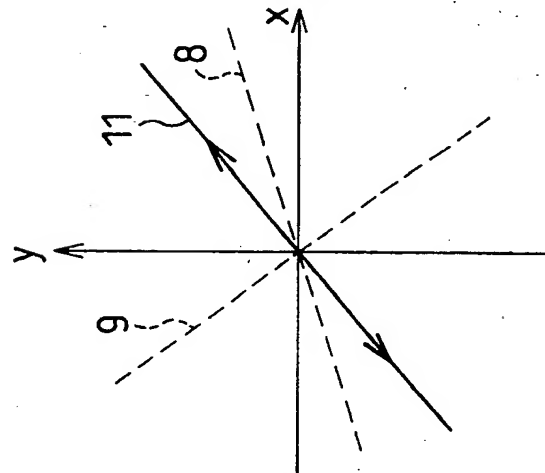


図 3(c)

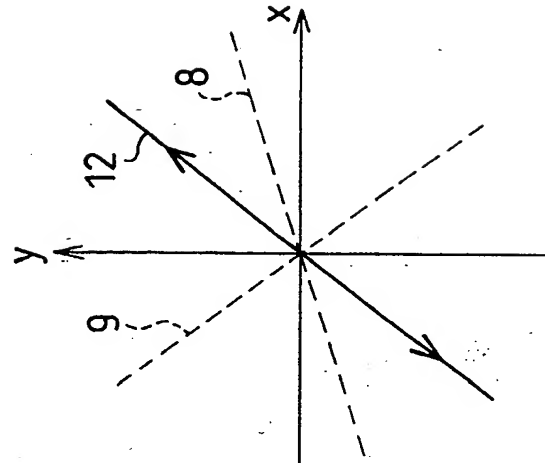
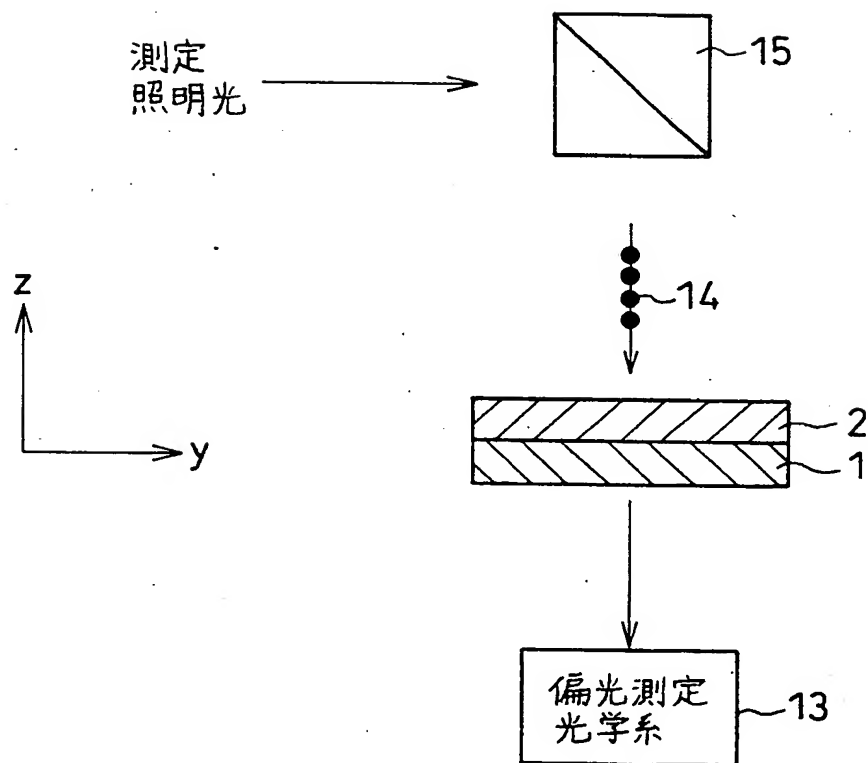
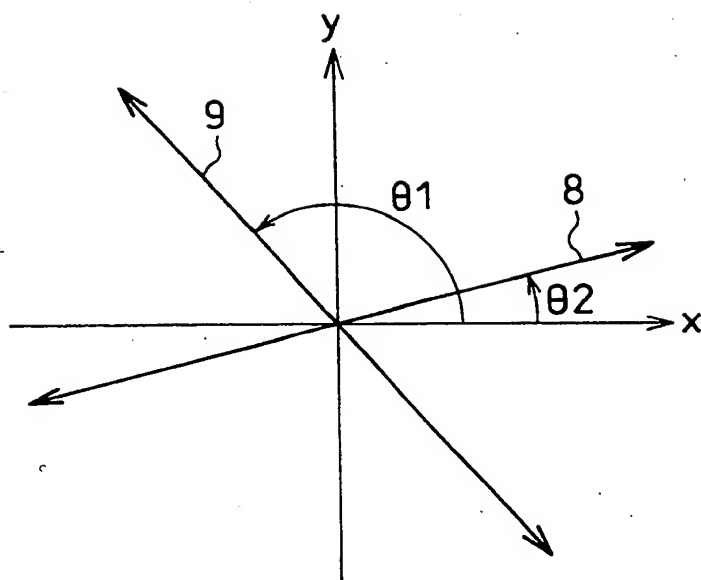


図 4

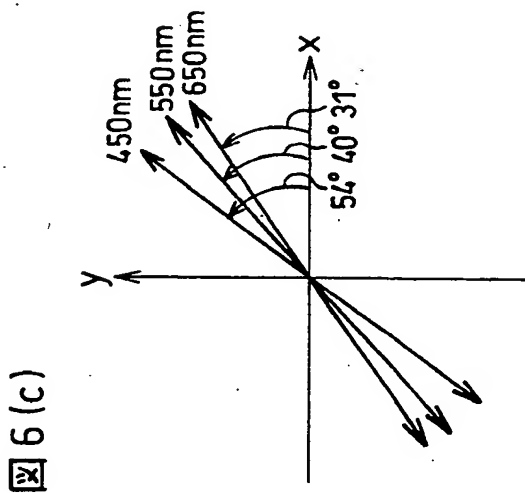
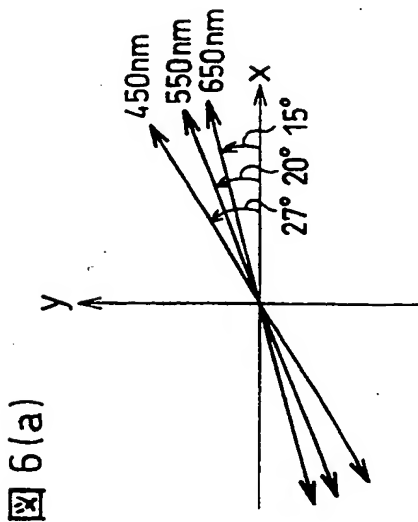
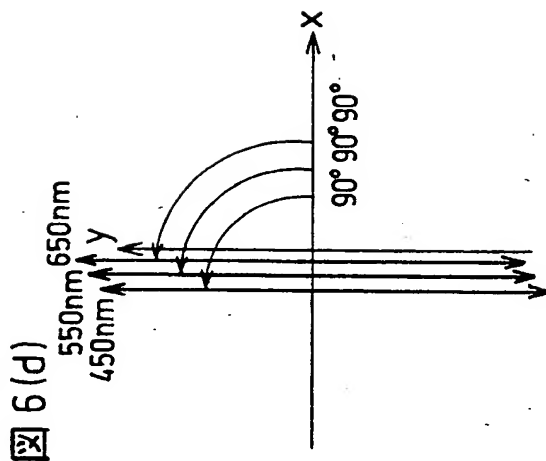
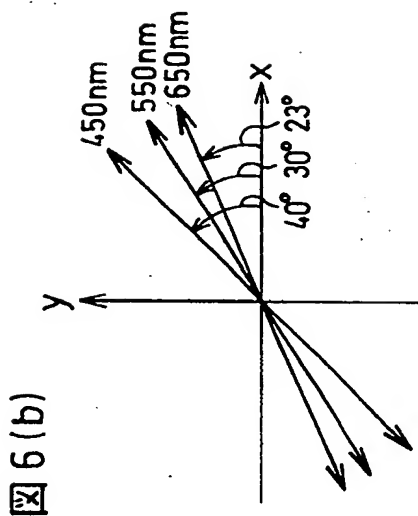


5 / 26

図 5

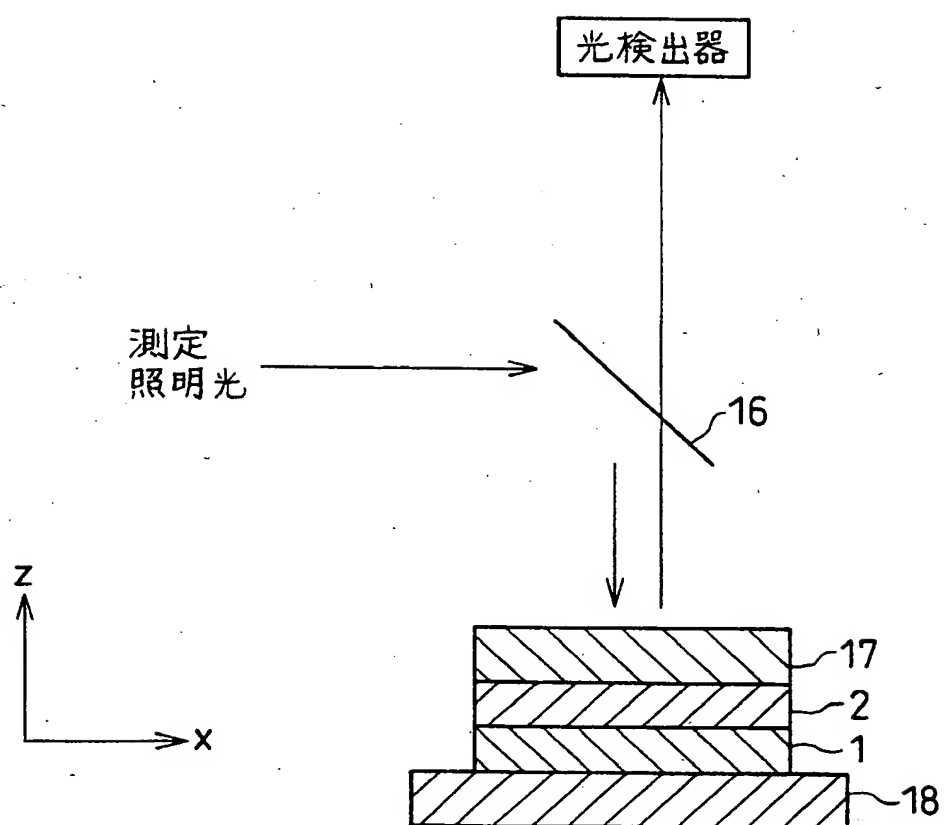


6/26



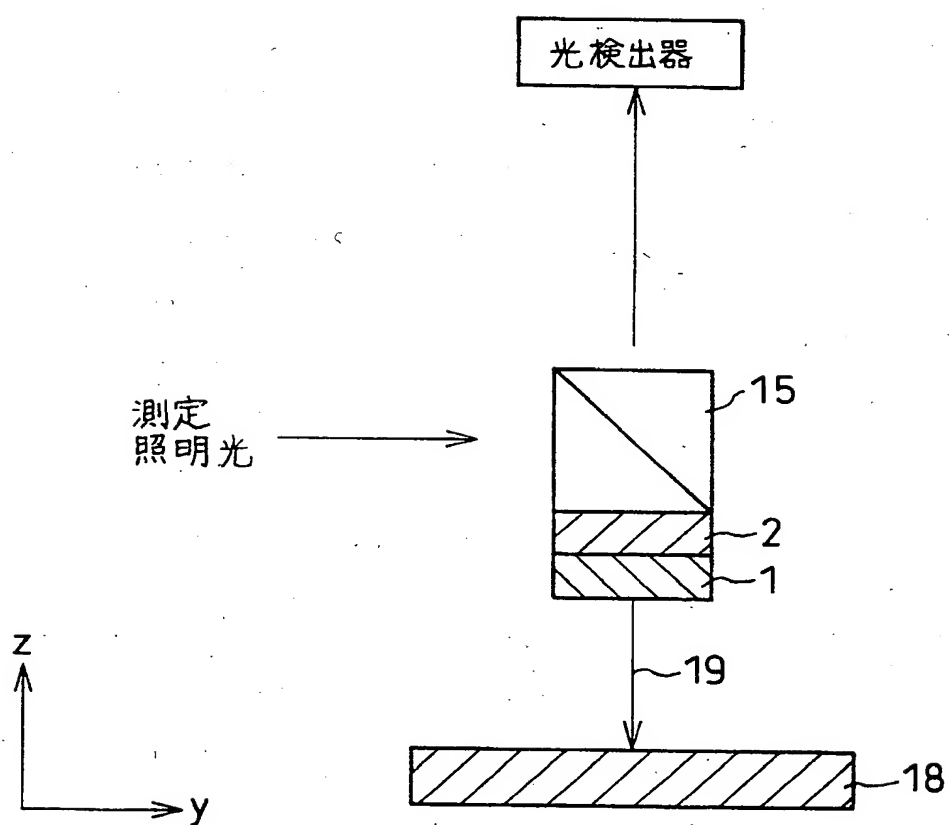
7/26

図 7



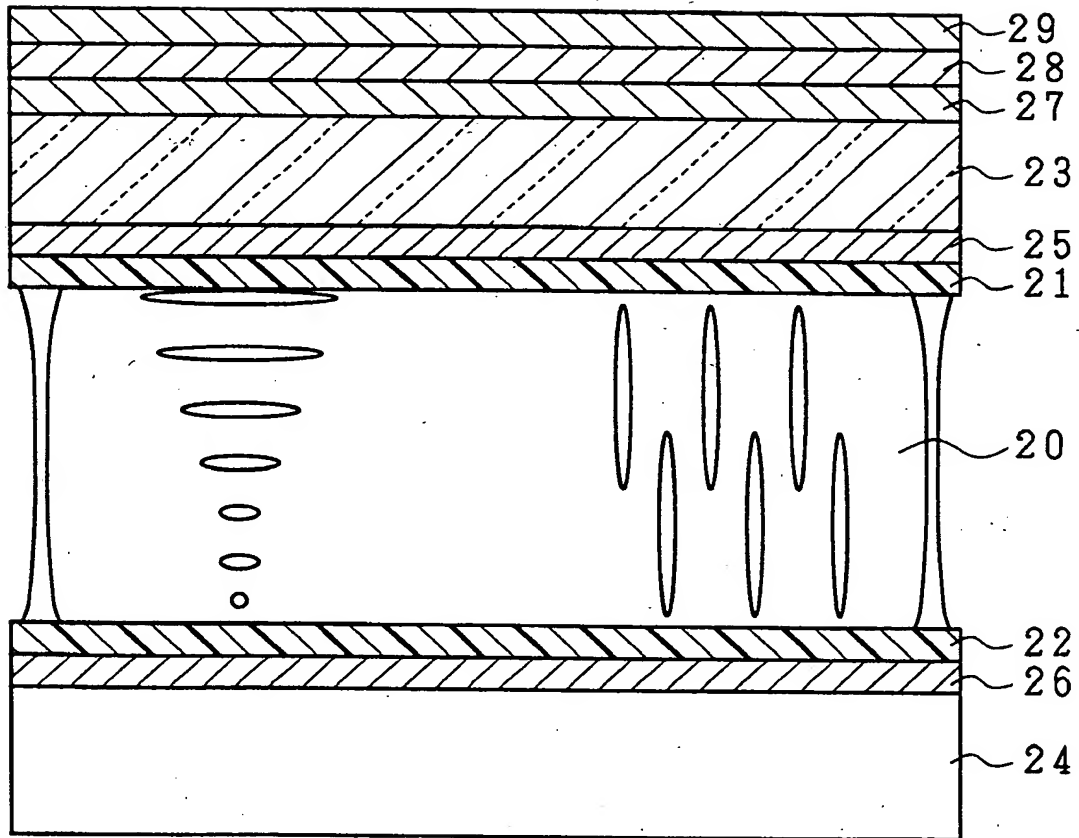
8/26

図 8



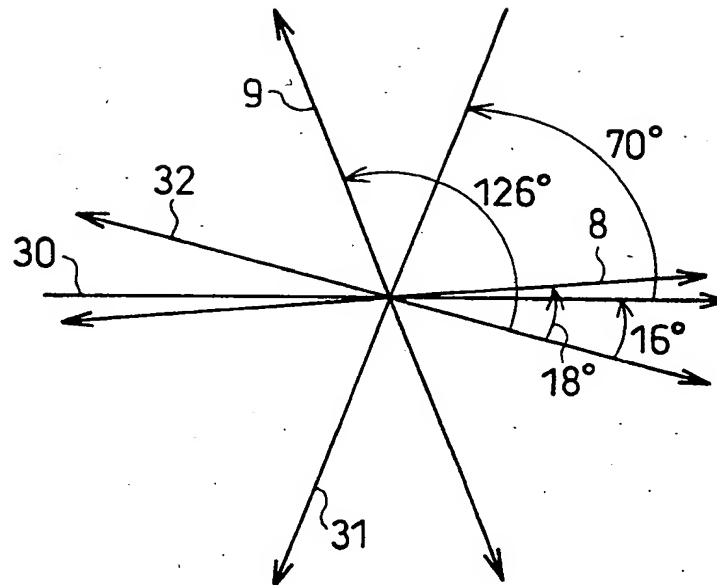
9/26

9



10 / 26

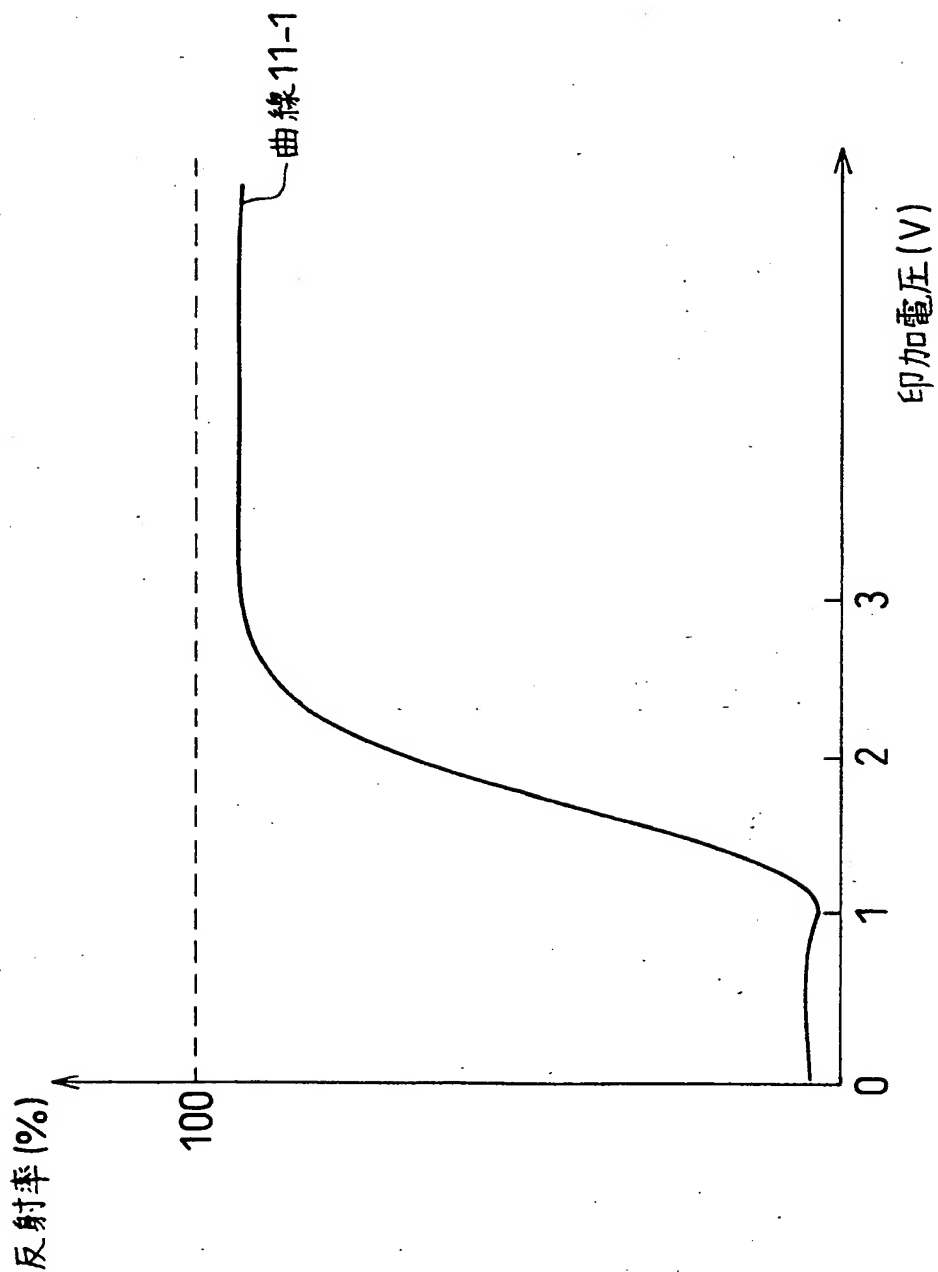
図 10





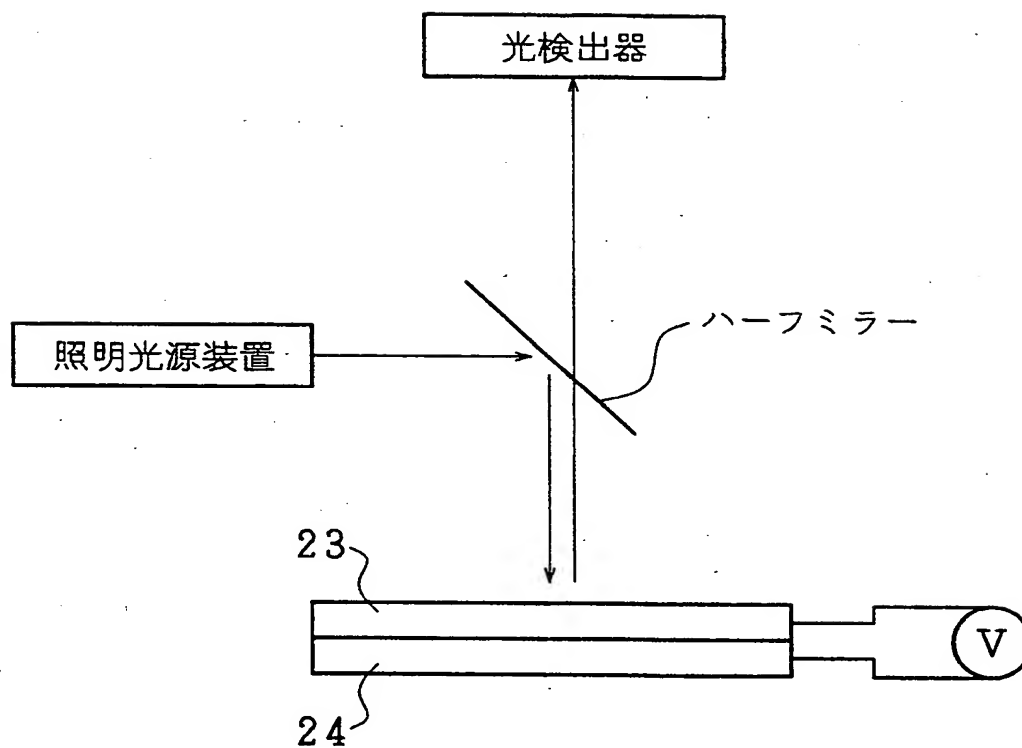
11 / 26

图 11



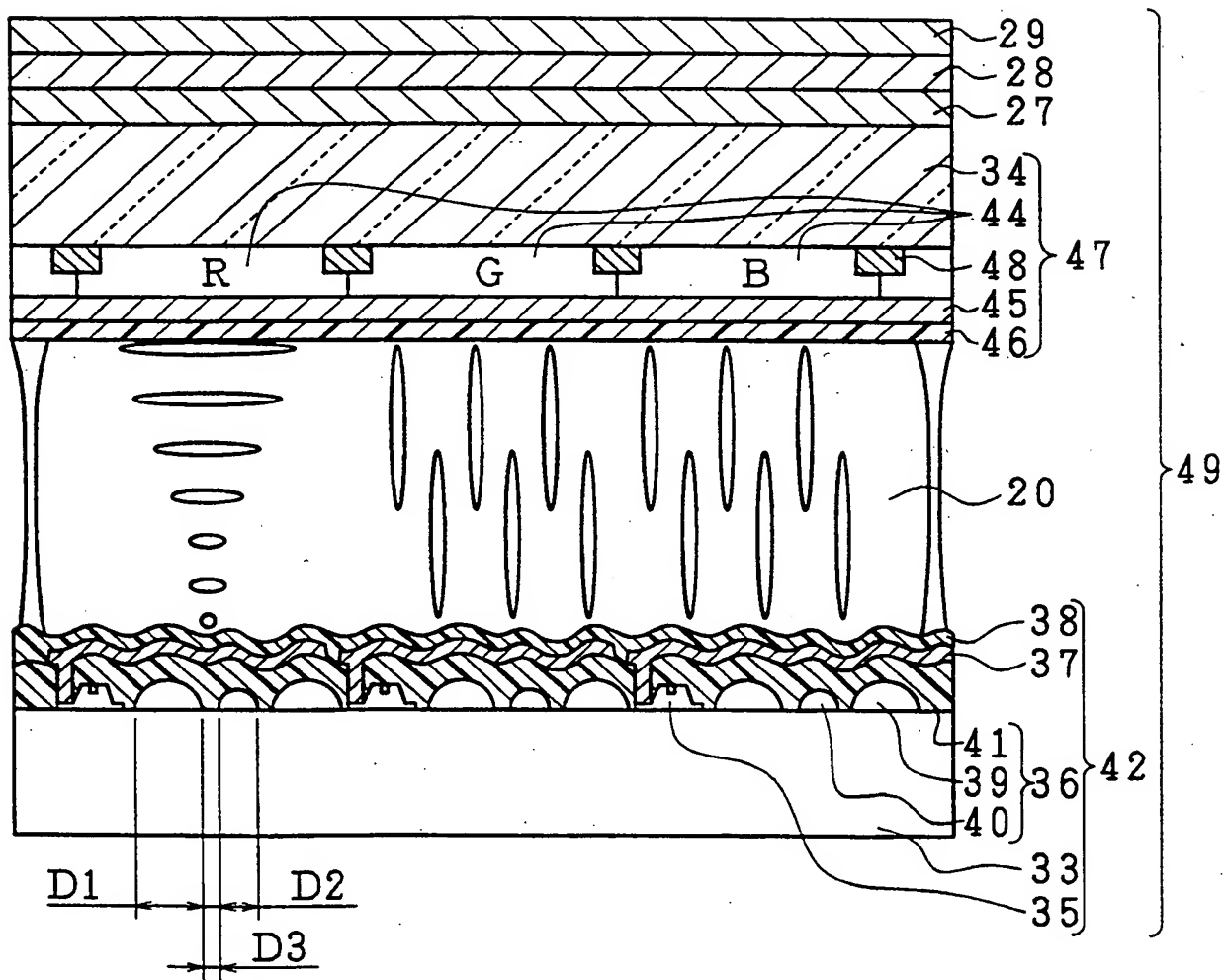
12/26

図 12



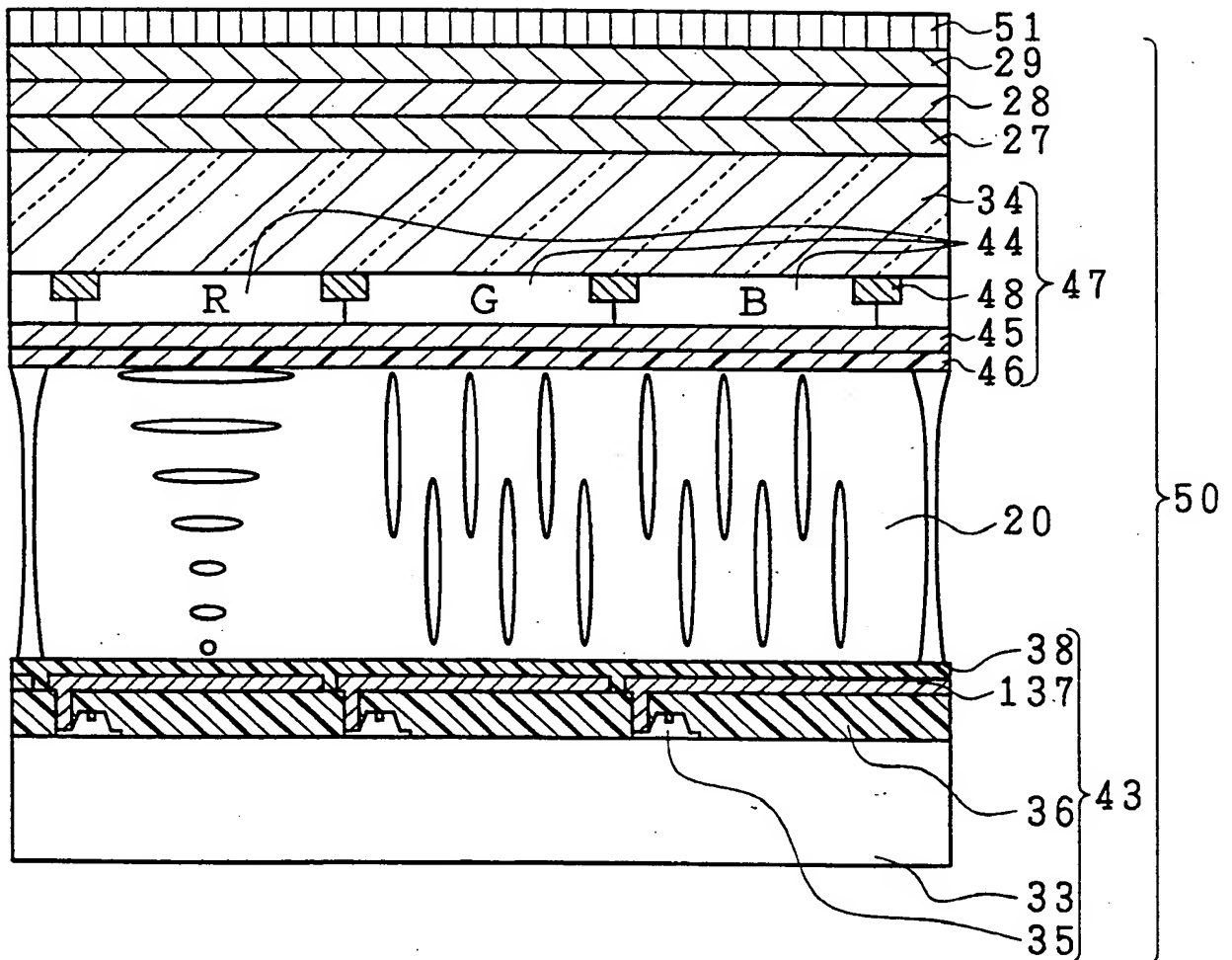
13/26

13



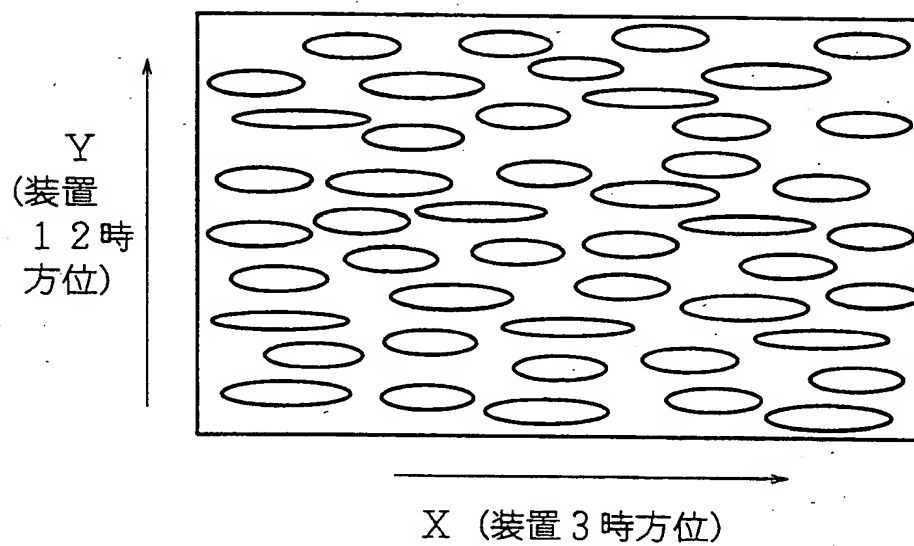
14/26

14



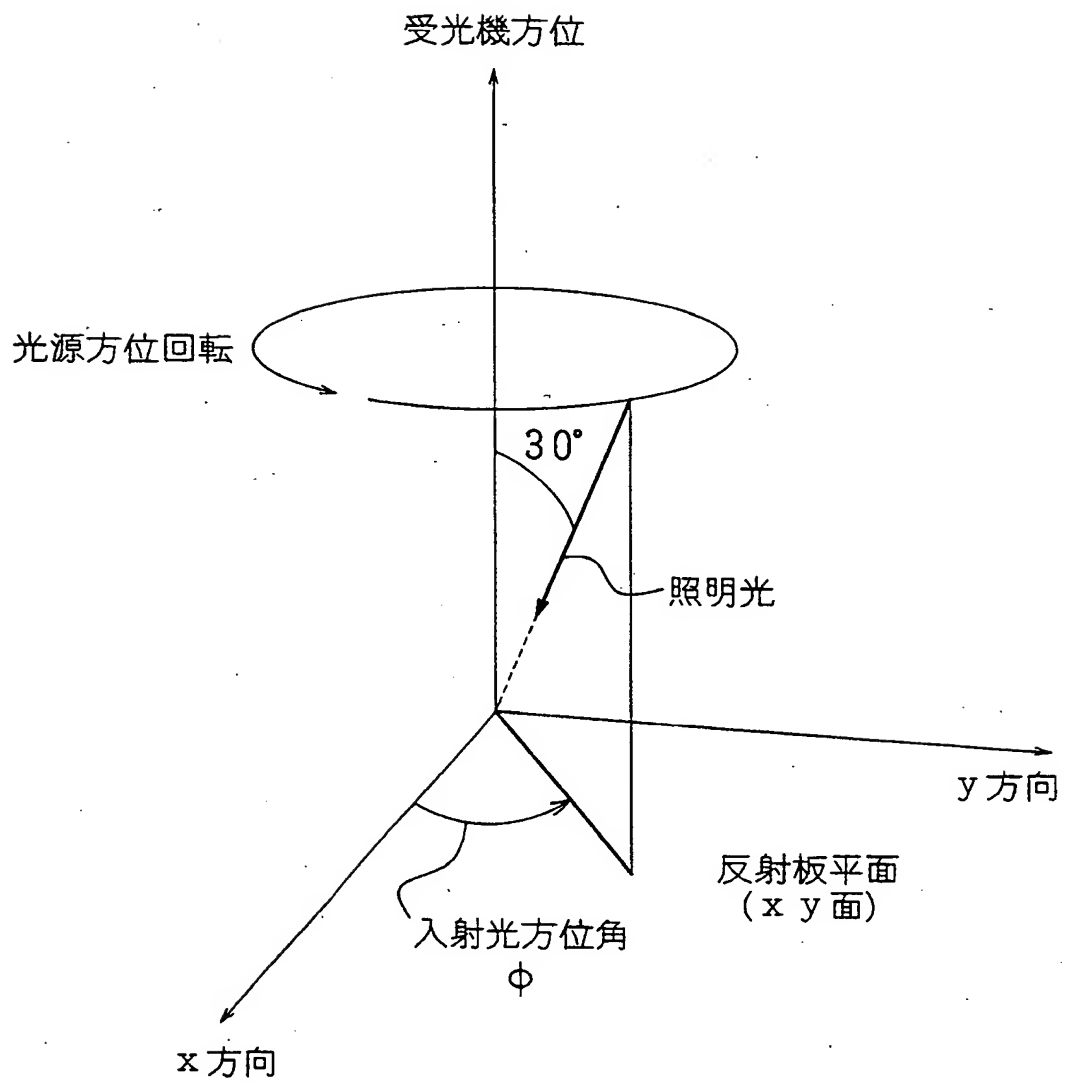
15/26

図 15



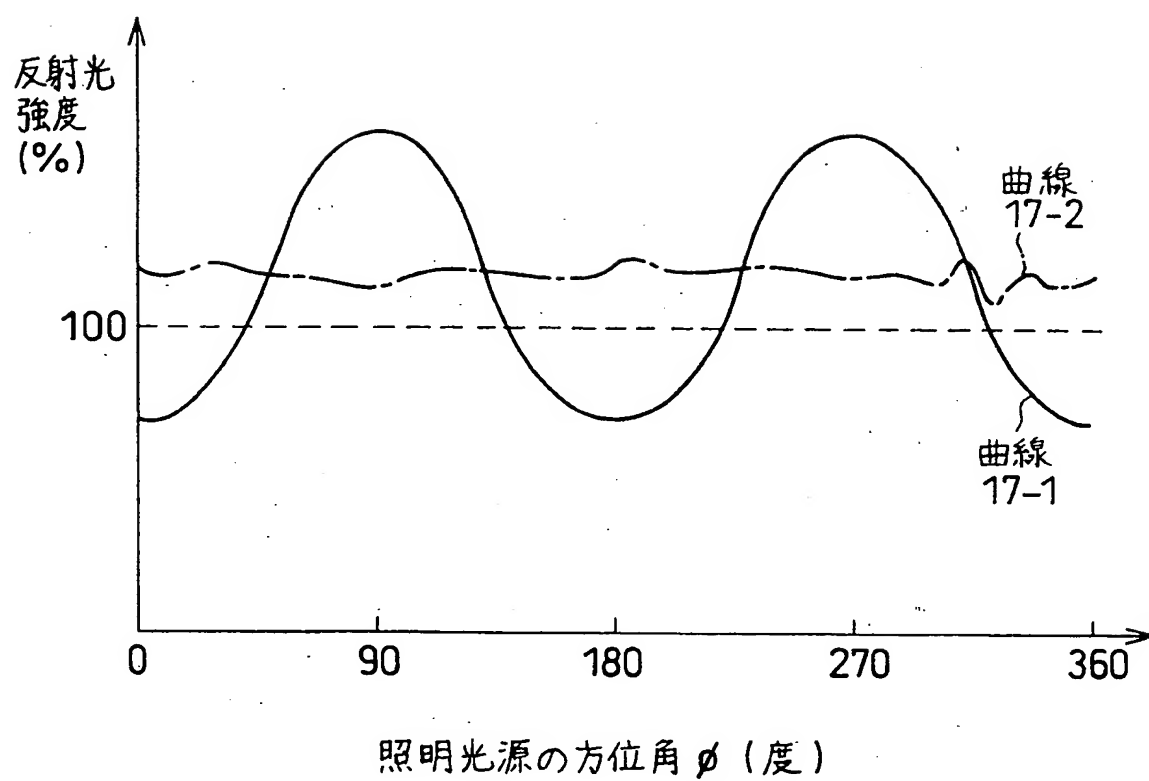
16/26

図 16



17/26

図 17



18/26

図 18

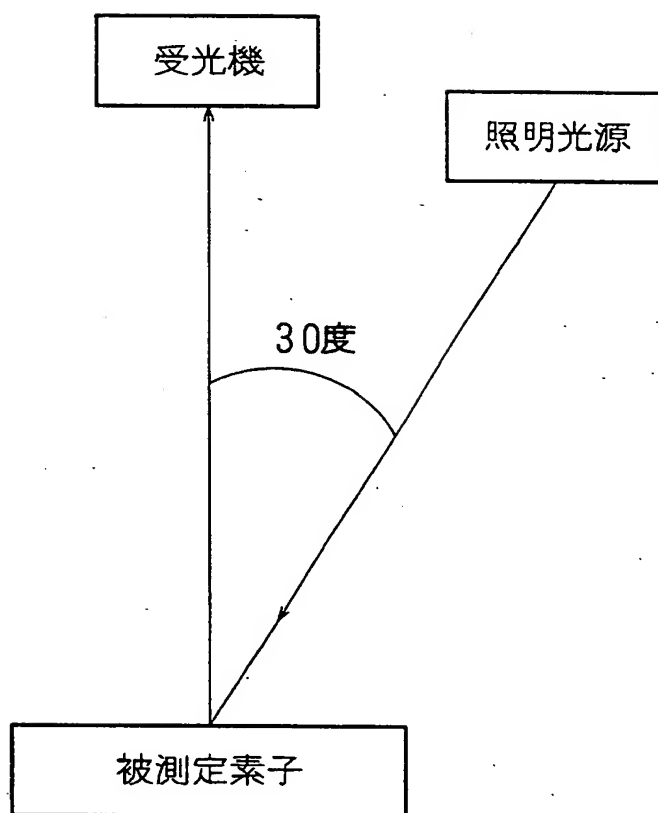




図 19(a)

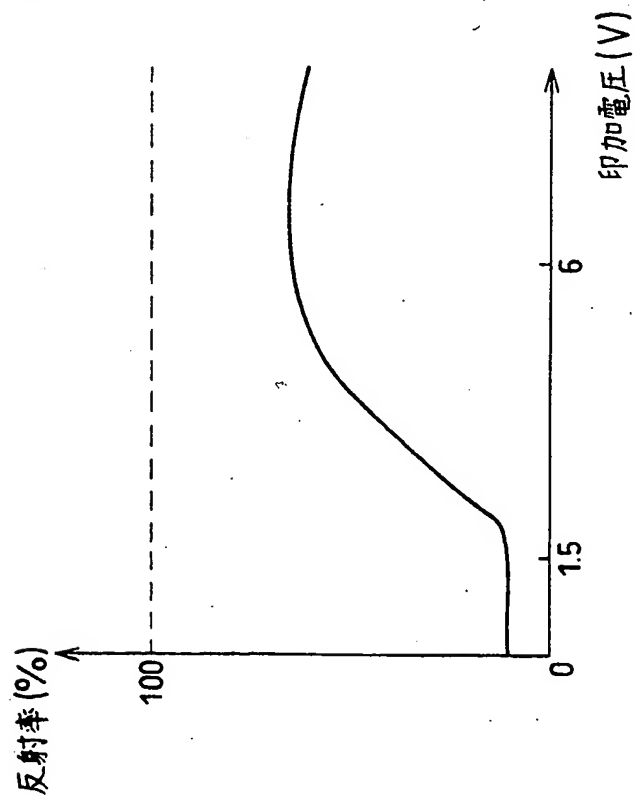


図 19(b)

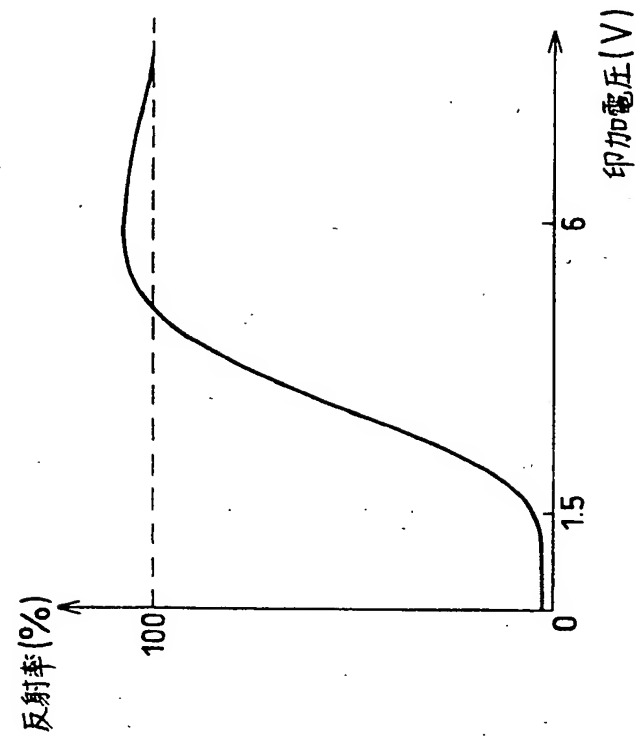
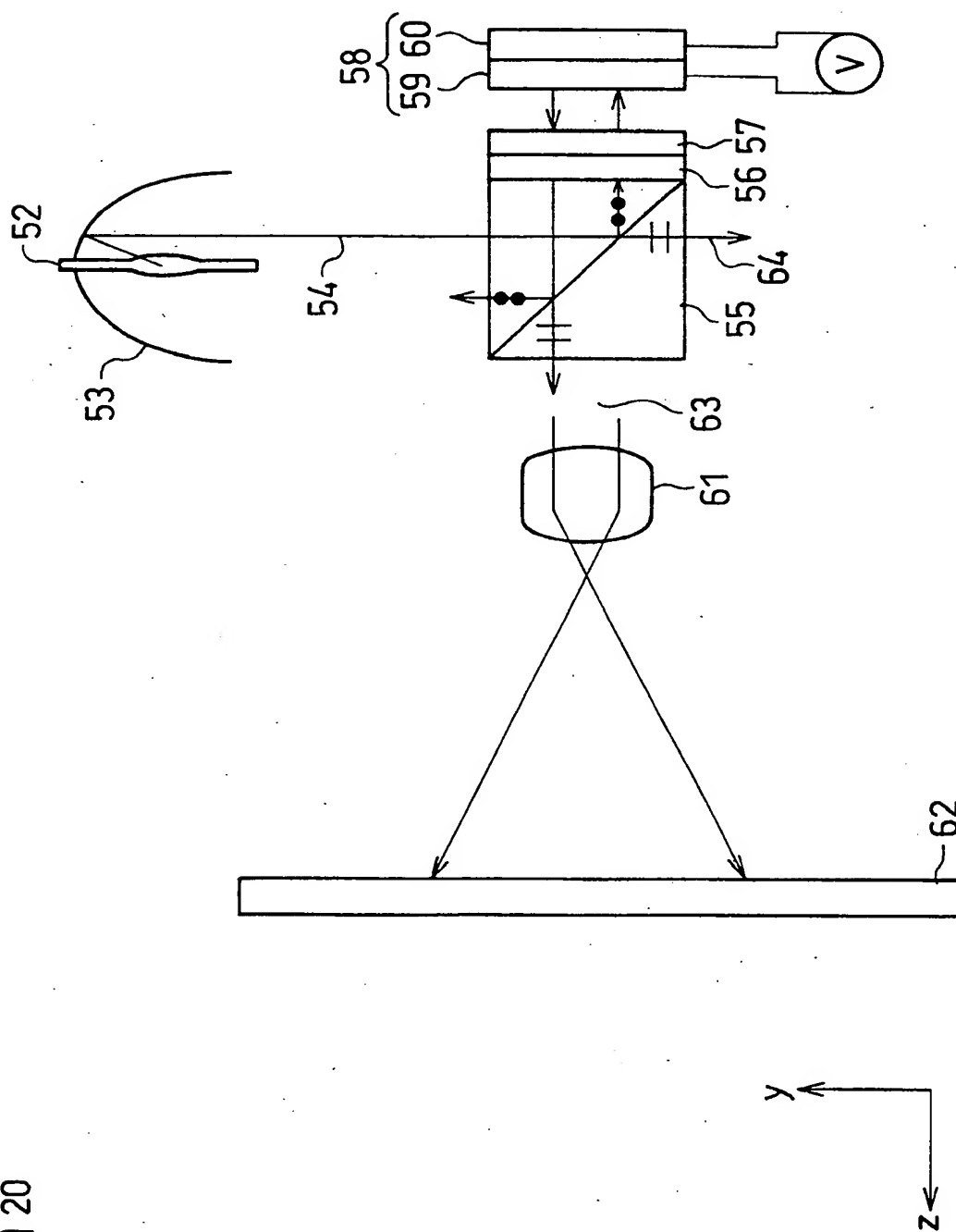


図 20



21/26

図 21(b)

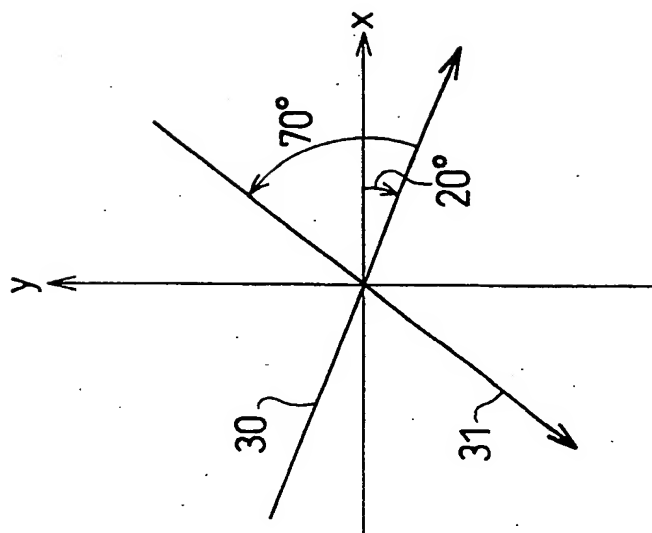
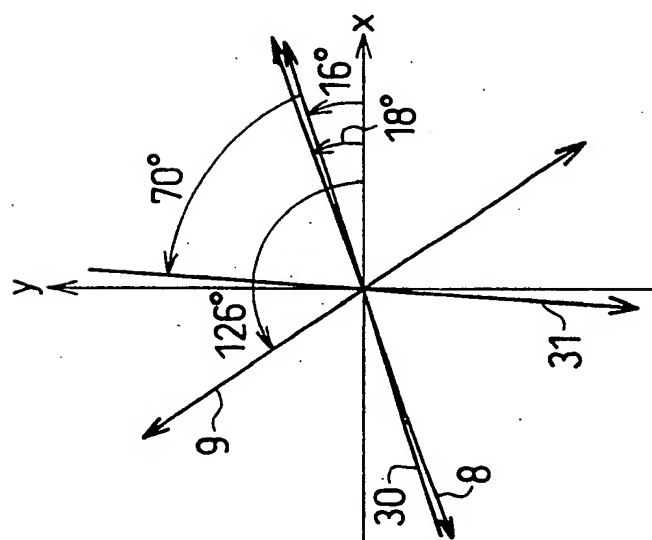
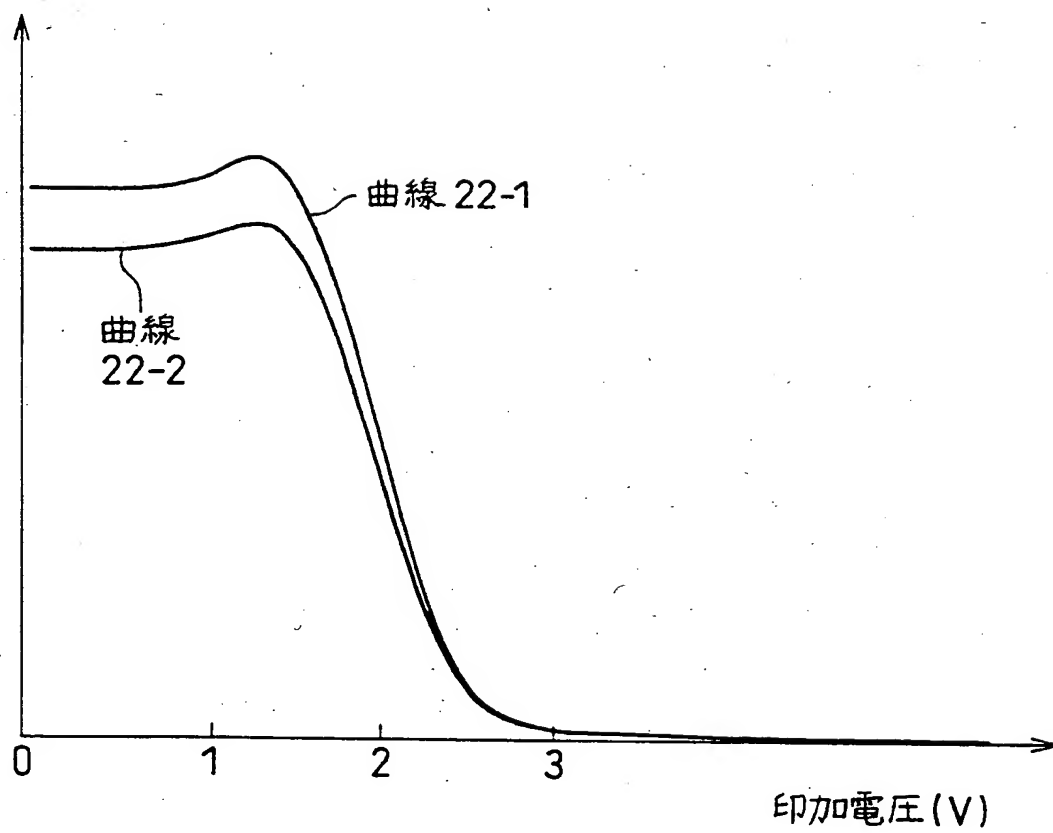


図 21(a)



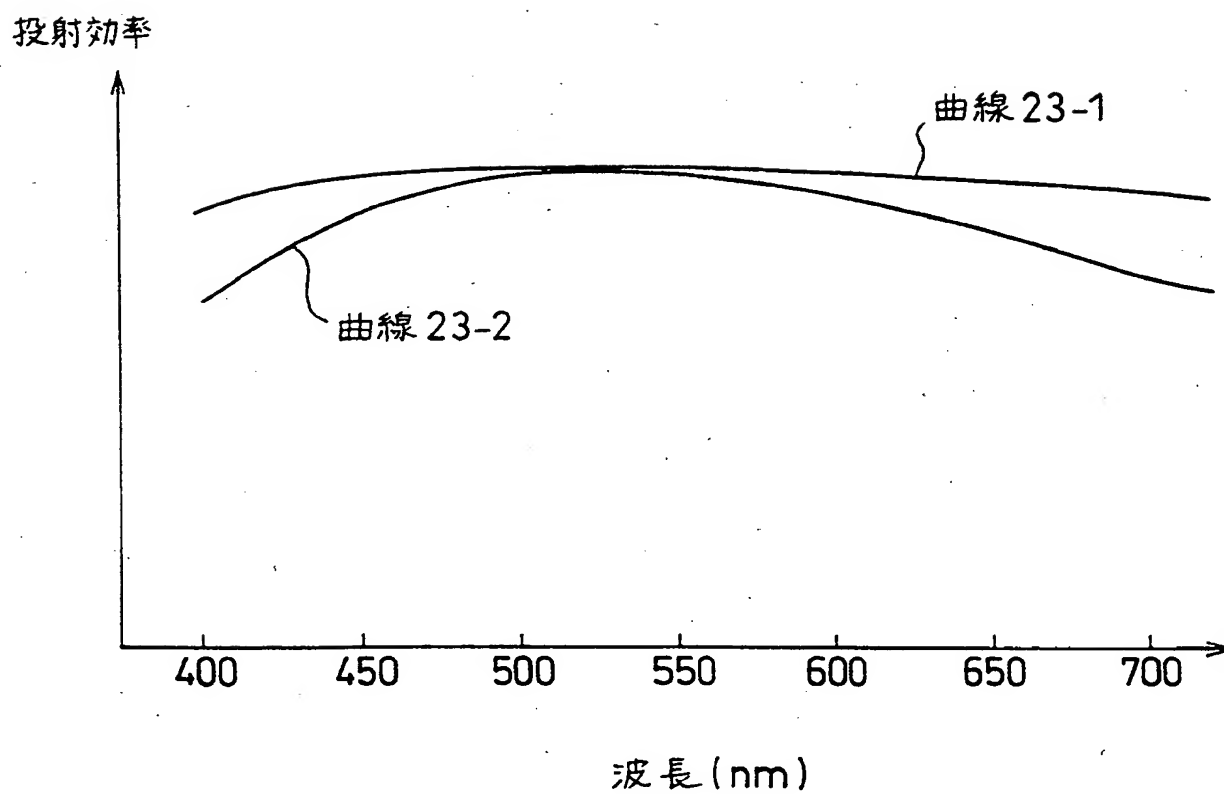
22 / 26

図 22

投射光強度  
(任意単位)

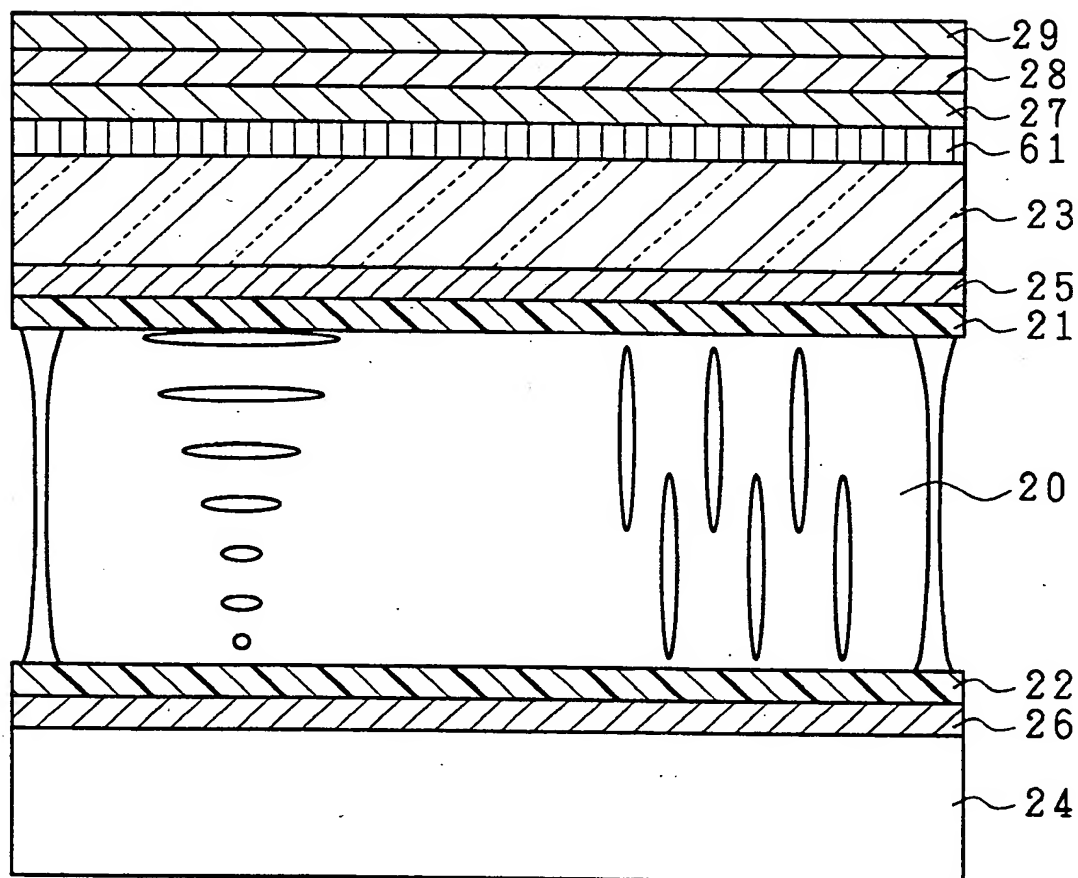
23/26

図 23



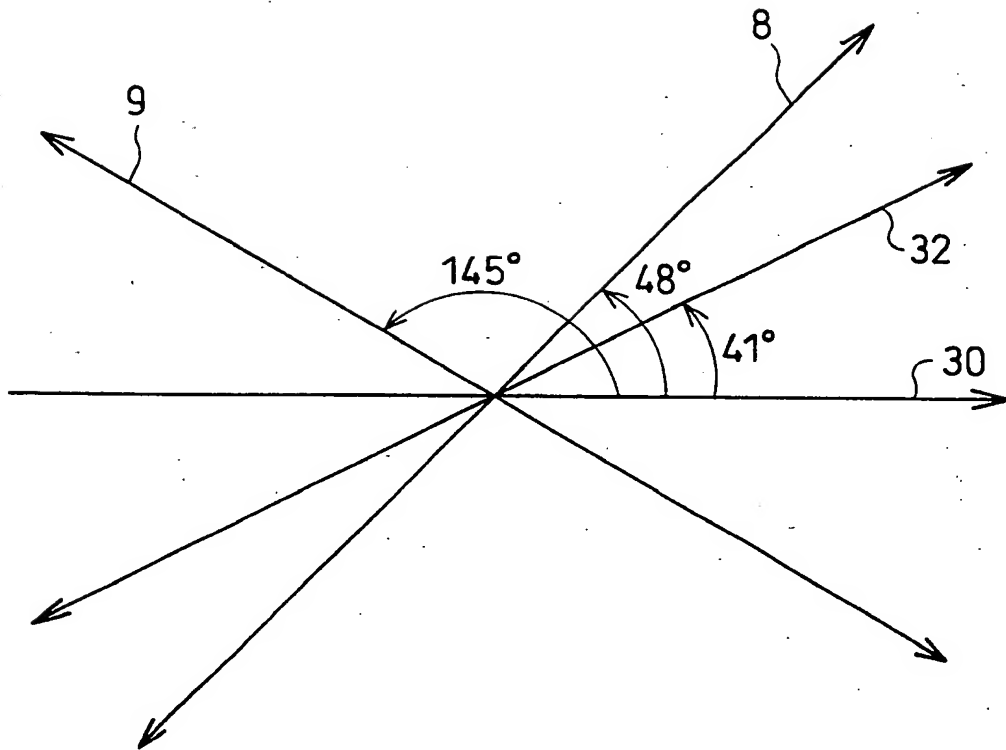
24/26

24



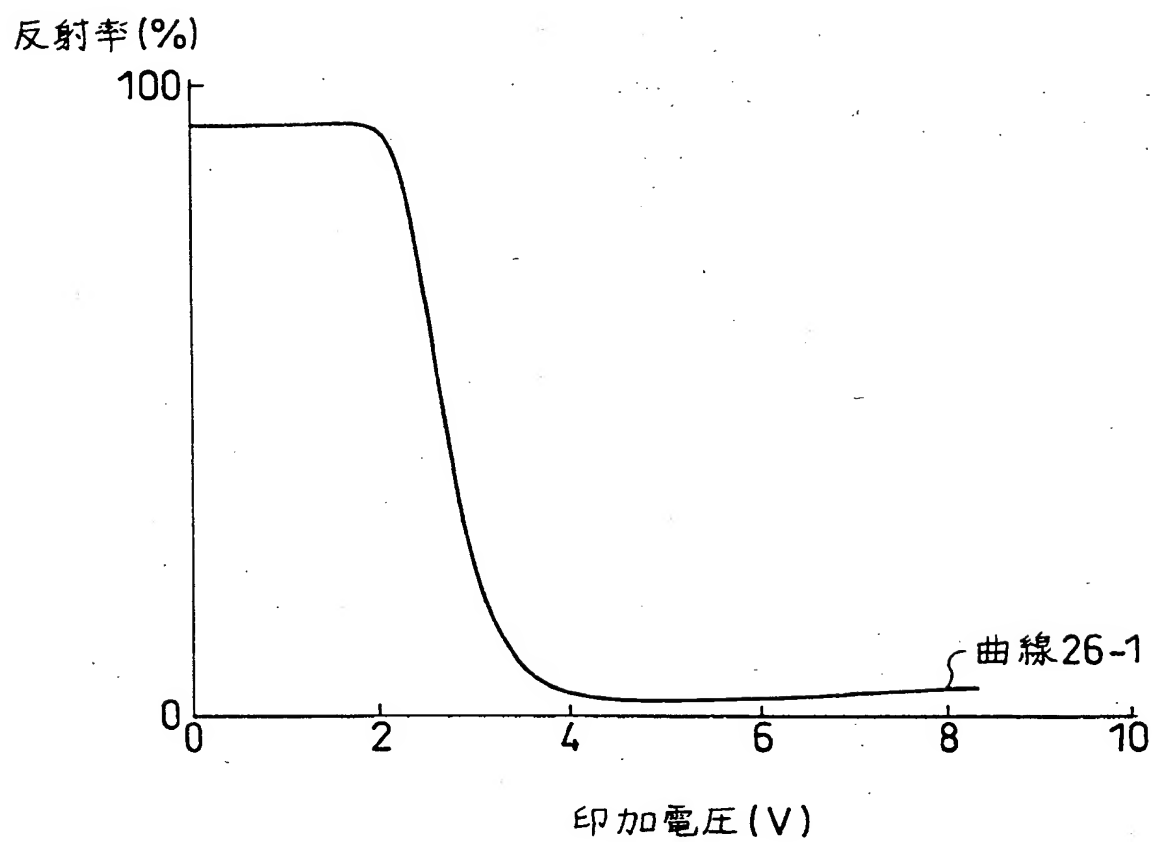
25 / 26

図 25



26/26

図 26





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01925

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> G02F1/1335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> G02F1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 4-194820, A (Sharp Corp.), July 14, 1992 (14. 07. 92), Page 1, lower left column, lines 5 to 12 ; page 7, lower right column, line 20 to page 8, upper left column, line 15 ; Fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP, 4-215619, A (Casio Computer Co., Ltd.), August 6, 1992 (06. 08. 92), Page 4, left column, line 49 to right column, line 19 ; Fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP, 4-190325, A (Casio Computer Co., Ltd.), July 8, 1992 (08. 07. 92), Page 1, lower left column, line 5 to lower right column, line 6 ; page 4, upper right column, line 13 to lower left column, line 13 ; Fig. 1 (Family: none)	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
May 19, 1998 (19. 05. 98)

Date of mailing of the international search report  
June 2, 1998 (02. 06. 98)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01925

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 6-194647, A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), July 15, 1994 (15. 07. 94), Page 2, right column, lines 35 to 41 ; page 4, left column, line 12 to page 5, left column, line 47 ; Fig. 1 (Family: none)	1-18

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP98/01925

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

IPC C1°. G02F 1/1335

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

IPC C1°. G02F 1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1998年  
日本国公開実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 4-194820, A (シャープ株式会社), 14. 7月. 1992 (14. 07. 92), 第1頁左下欄第5-12行, 第7 頁右下欄第20行-第8頁左上欄第15行, 第1図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP, 4-215619, A (カシオ計算機株式会社), 06. 8 月, 1992 (06. 08. 92), 第4頁左欄第49行-右欄第 19行, 第1図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP, 4-190325, A (カシオ計算機株式会社), 08. 7 月, 1992 (08. 07. 92), 第1頁左下欄第5行-右下欄 第6行, 第4頁右上欄第13行-左下欄第13行, 第1図 (ファミ リーなし)	1-18
A	JP, 6-194647, A (富士写真フイルム株式会社), 1	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 05. 98

国際調査報告の発送日

02.06.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉野 公夫

2K

8106

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	5. 7月. 1994 (15. 07. 94); 第2頁右欄第35-41行、第4頁左欄第12行-第5頁左欄第47行、第1図 (ファミリーなし)	